Zur Entwickelungsgeschichte der Skrophulariaceen-Blüte.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

EINER

HOHEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT

DER

EBERHARD-KARL-UNIVERSITÄT TÜBINGEN

VORGELEGT VON

FRANZ MUTH

AUS HEUCHLINGEN O.A. NECKARSULM.

1898

ACAD. LIBR. BAT. BIBL.

STUTTGART

DRUCK VON A. BONZ' ERBEN.

Von der Fakultät angenommen am 28. Februar 1898.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit

gewidmet.

Vorliegende Untersuchungen wurden auf Veranlassung und unter Aufsicht von Herrn Professor Dr. H. Vöchting im Tübinger botanischen Institut ausgeführt.

Es drängt mich, meinem hochverehrten Lehrer für die überaus wohlwollende Unterstützung und die vielfache Anregung, welche ich während meines Aufenthaltes in Tübingen von ihm geniessen durfte, an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552309_0168

Unter den grossen Familien der Dikotylen gewährt die der Skrophulariaceen durch die Vielgestaltigkeit ihrer Blüten besonderes Interesse. Kelch und Krone zeigen in Beziehung auf die Zahl und teilweise die Deckung ihrer Glieder wichtige Verschiedenheiten und in noch höherem Grade veränderlich ist bekanntlich das Androeceum. Auf Grund dieser Verschiedenheiten bildete die Familie ein günstiges Objekt für die vergleichend-systematische sowohl, als die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung.

Die mancherlei Angaben über die Entwickelung der Blüten der Skrophulariaceen hat kürzlich Vöchting[1] zusammengestellt. Unter ihnen nehmen die in neuester Zeit von Schumann[2] ausgeführten den bei weitem grössten Umfang ein. Die Untersuchungen dieses Forschers erstrecken sich über eine bedeutende Reihe von Arten und verschiedenen Gattungen. Seine Arbeit weist dazu im Gegensatz zu den früheren Untersuchungen auf diesem Gebiete die Eigentümlichkeit auf, dass ihr Urheber eine bestimmte theoretische Ansicht vertritt. Er steht auf dem Boden der Kontakt-Theorie und fasst die Ergebnisse seiner Arbeit als eine Bestätigung dieser Theorie auf.

Der Umstand, dass Vöchting bei seiner Untersuchung der Gattung Linaria zu der Überzeugung geführt worden war, dass

[1] H. Vöchting, Über Blüten-Anomalien. Statistische, morphologische und experimentelle Untersuchungen. Pringsheims Jahrbücher f. wiss. Botanik, Bd. XXXI, Heft 3. Berlin 1898.

[2] Carl Schumann, Neue Untersuchungen über den Blütenanschluss, p. 398—426, Leipzig 1890.

manche der thatsächlichen Angaben Schumanns mit den wirklichen Verhältnissen nicht ganz im Einklang stehen, legte eine erneute Untersuchung auch der übrigen Gattungen nahe.

Die Skrophulariaceen hat man in verschiedener Weise gruppiert; hier sei die Einteilung von R. v. Wettstein[1] gegeben, die, wie dies bereits bei Bentham im „Prodromus“ der Fall, auf den Verhältnissen der Blumenkrone beruht.

I. Pseudosolaneae.

1. Verbasceae (Verbascum)
2. Aptosimeae.

II. Antirrhinoideae.

3. Calceolarieae (Calceolaria)
4. Hemimerideae
5. Antirrhineae (Lophospermum)
6. Cheloneae (Russelia, Scrophularia, Pentstemon)
7. Manuleae
8. Gratioleae (Gratiola).

III. Rhinanthoideae.

9. Digitaleae (Digitalis, Veronica)
10. Gerardieae
11. Rhinantheae (Melampyrum).

Die in den Klammern stehenden Gattungen sind in vorliegender Arbeit zum Gegenstand der Untersuchung gemacht werden. Diese ist natürlich nicht in der nachstehenden, sondern in einer durch die Blütezeit der einzelnen Arten bedingten Reihenfolge ausgeführt, aus welchem Grunde in Folgendem auch öfters auf erst in späteren Kapiteln Ausgeführtes Bezug genommen ist.

Verbascum.

In der Gattung Verbascum kann man der Infloreszenz nach drei Artengruppen unterscheiden:

[1] „Die natürlichen Pflanzenfamilien“ begründet von A. Engler und K. Prantl, fortgesetzt von A. Engler, Leipzig 1897: Scrophulariaceae von R. von Wettstein, IV. Teil, 3. Abteilung b. S. 49 u. f.

1. Die Arten, die sich an V. Blattaria anreihen: die vorblattlosen Blüten stehen in einfacher oder zusammengesetzter Traube einzeln in den Achseln von Tragblättern (Taf. I, Fig. 1).

2. Die Formen, die sich an V. Lychnitis anschliessen: die vorblattlosen Blüten stehen in „Knäueln“ in den Achseln von Tragblättern; die Gesamtinfloreszenz ist eine zusammengesetzte Traube (Taf. I, Fig. 2 u. 3).

3. Die Arten, die sich an V. thapsiforme anlehnen: die Blüten besitzen je 2 Vorblätter und stehen in „Knäueln“ in den Achseln von Tragblättern; der Gesamtblütenstand ist eine einfache oder zusammengesetzte Traube (Taf. I, Fig. 4 u. 5).

Auf die Verzweigungsverhältnisse der Teilinfloreszenzen von Verbascum soll später in dem Abschnitt über Calceolaria näher eingegangen werden.

Von den Vertretern der ersten Gruppe wurden V. Blattaria und eine unter dem Namen pyramidatum im Tübinger botanischen Garten kultivierte Art untersucht. Bei der ersteren hat das in den Achseln der spiralig gestellten Hochblätter angelegte Blütenprimordium eine schmale, in transversaler Richtung gestreckte Gestalt; der junge Blütenkörper wird mit fortschreitendem Wachstum ungefähr kreisrund und bildet nun das erste Kelchblatt in Form einer kleinen Ausbuchtung auf der hinteren axoskopen Seite (Taf. I, Fig. 6); es folgen die beiden seitlichen (Taf. I, Fig. 7) und dann die beiden vorderen Sepalen. Während dieses Vorganges wird die Gestalt des Blütenkörpers stumpf fünfeckig; die Spitze der Figur liegt der Abstammungsachse zu. Nach Ausgliederung des Kelches wird der Blütenboden, der bisher kegelförmig über die Anlagen der Sepalen hervorragte, flach und nimmt wiederum eine ungefähr stumpf fünfeckige Gestalt an; die Spitze dieses Fünfecks fällt gegen das Tragblatt zu; diesen Vorgang betrachte ich als die erste Anlage der Krone (vergl. Taf. I, Fig. 9).

Die Staubgefässe werden zu gleicher Zeit, aber nicht stets alle in gleicher Grösse angelegt. Häufig erhält man Präparate, die den Anschein erregen, als ob die Stamina aufsteigend erschienen; indes sind, sobald die beiden unteren, in der Regel etwas grösseren Anlagen bemerkbar, auch die der oberen bei genauer Betrachtung der betreffenden Präparate deutlich zu beobachten. Der Fruchtknoten bildet sich in der bekannten Weise und bietet zu keiner

weiteren Bemerkung Veranlassung; es sei auf nachfolgende Zeichnungen verwiesen, welche die verschiedenen Stadien der bei allen Skrophulariaceen gleichen Fruchtknotenbildung wiedergeben: Taf. II, Fig. 15, Taf. III, Fig. 2, Taf. IV, Fig. 5, Taf. V, Fig. 11, Taf. VI, Fig. 7, 8, 9 u. 19.

Verbascum pyramidatum zeigt aufsteigende Kelchdeckung, — die soeben besprochene V. Blattaria lässt keine Deckung erkennen —; dabei ist das hintere, zu unterst liegende Kelchblatt bedeutend kleiner als die übrigen. Untersucht man jedoch die Blüten in immer jüngeren Stadien, so findet man, dass sich die Grössenunterschiede der einzelnen Sepalen vollständig ausgleichen. Die Entwickelungsverhältnisse der Blüte, speziell die des Kelches, sind dieselben wie bei V. Blattaria.

V. pyramidatum bildete im Tübinger botanischen Garten mit der noch zu besprechenden Art niveum einen Bastard; dieser schloss sich in der vegetativen Region pyramidatum an, während er sich in Form und Grösse der Blumenkrone und der Staubgefässe mehr niveum näherte. Die Gesamtinfloreszenz war eine zusammengesetzte Traube; die vorblattlosen Blüten standen serial zu je zweien in den Achseln von Tragblättern und zwar so, dass die Mediane von beiden gleichsinnig verlief.

Schumann giebt in seinem Werke über den Blütenanschluss S. 400 u. 401 in betreff der Kelchentwickelung von V. Blattaria an: „Die Gestalt des Primordiums wird fünfseitig, wobei die Spitze nach hinten zu fällt. An den fünf Ecken entstehen dann in Form kleiner Läppchen die Kelchblätter und zwar sind die drei oberen oder axoskopen die ersten, auf welche die zwei unteren folgen.“

Wie oben ausgeführt, entsteht der Kelch bei V. Blattaria und pyramidatum absteigend und nimmt der Blütenkörper während dieser Zeit die fünfeckige Gestalt an, wie dies z. B. bei der später zu besprechenden Scrophularia orientalis, die den Kelch gleichfalls absteigend anlegt, besonders deutlich zu beobachten ist (vergl. Taf. III, Fig. 15 u. 16).

Von den Vertretern der zweiten Gruppe wurden V. Lychnitis und olympicum untersucht; die Entwickelung der Blüte, speziell die des Kelches ist die gleiche, wie bei den Repräsentanten der ersten Abteilung.

Über V. Lychnitis bemerkt Schumann S. 401: „Hinsichtlich

der Blütenausbildung nähert sie sich V. Blattaria; denn nach Anlage der beiden Vorblätter wird das Primordium wie bei dieser fünfseitig, wobei sich die Spitze des Pentagons freilich nicht zwischen höher stehende Tragblätter einfügt, sondern sich zwischen die beiden vorderen Kelchblätter der vorhergehenden Blüte einpresst (Taf. IX, Fig. 10), während die zwei seitlichen oberen Ecken in die Berührungsorte zwischen diese und die Vorblätter der älteren Blüte zu liegen kommen, die unteren Ecken befinden sich zwischen den Vorblättern und dem Tragblatte. Hier entstehen nun, während sich in den oberen drei Ecken bereits Primordien von Blättern zeigen, noch keine Sepalen; ihrer Anlage geht vielmehr wiederum erst eine Hebung der Vorderseite voraus."

Nach meinem Dafürhalten kann dieser Kontakt nicht massgebend im Sinne Schumanns für die Gestaltung des jungen Blütenkörpers sein, da er, soweit ich konstatieren konnte, erst nach der Ausbildung des Kelches zu stande kommt.

Was speziell die Entwickelung des Kelches betrifft, so sei nochmals an das unter V. Blattaria Gesagte erinnert. Zu der von Schumann auf Tafel IX, Nr. 10 gegebenen Figur muss ich bemerken, dass ich bei V. Lychnitis und olympicum an der unter der Hauptblüte stehenden accessorischen Blüte keine Vorblätter beobachtet habe (vergl. Taf. I, Fig. 2 u. 3).

Als Vertreter der dritten Gruppe wurden V. thapsiforme und niveum untersucht. Die letztere stellt, wie ein Blick auf das Schema (Taf. I, Fig. 4) zeigt, den Übergang von der zweiten zur dritten Abteilung dar; der Kelch deckt dachziegelig und zwar rechts gedreht nach Eichler.[1] Die Entwickelung des Kelches und der anderen Teile der Blüte ist bei beiden Arten dieselbe, wie bei den Vertretern der übrigen zwei Abteilungen (Taf. I, Fig. 11—17).

Über V. thapsiforme führt Schumann auf S. 399 aus: „Das Blütenkörperchen streckt sich dann in die Breite und erzeugt an den Seiten zwei kleine ungleich grosse Läppchen (Taf. IX, Fig. 4), von denen das eine früher entsteht, als das andere; dabei wird es gerundet vierseitig, etwa von der Gestalt eines Paralleltrapezes, bei welchem die nach unten gekehrte Seite etwas breiter ist, als die obere. An den vier Ecken entstehen nach einer geringen De-

[1] Eichler, Blütendiagramme I, S. 7, Fig. 1 E.

pression der Oberseite kleine Blattanlagen: die Andeutung der ersten vier Kelchblätter. Bei einiger Aufmerksamkeit kann man verfolgen (Taf. IX, Fig. 5), dass die vorderen oder unteren zwei, welche an das Tragblatt anstossen, ein wenig früher auftreten, als die gegenüberliegenden oberen oder hinteren.

Das ursprünglich senkrecht gestellte oder sogar nach vorn übergekippte Blütenprimordium wächst jetzt an der Vorderseite viel stärker und erhält wieder jene nach vorn abfallende Gestalt, die wir schon an so vielen Formen kennen gelernt haben (Taf. IX, Fig. 7). Erst um diese Zeit schiebt sich zwischen die nach hinten umfassenden oberen Kelchblätter das fünfte lange hinter den anderen an Grösse zurückbleibende Kelchblatt ein (Taf. IX, Fig. 6).“

Wie bereits ausgeführt und aus den Zeichnungen ersichtlich, entsteht bei allen untersuchten Verbascum-Arten der Kelch absteigend. Die Figur, die Schumann auf Taf. IX, Nr. 5 über die erste Anlage des Kelches von V. thapsiforme giebt, und die den von mir unter dem Mikroskope gesehenen Bildern nicht ganz entspricht, dürfte einem späteren Stadium angehören.

Auch ist bei den Figuren 6 u. 7 der Schumannschen Tafel IX der Umstand etwas auffallend, dass von den Kelchblättern die zwei oberen, nach Schumann später angelegten, den unteren vorher entstandenen in solch kurzer Zeit so bedeutend im Wachstum vorausgeeilt sind.

Calceolaria.

Die Gattung Calceolaria, von der C. hybrida und rugosa untersucht wurden, weist in der Blütenformation, sowohl was die Verzweigungsverhältnisse, als auch was die Gestaltung der Blüte betrifft, sehr interessante Verhältnisse auf. Bei der grossblütigen Gartenform C. hybrida erscheinen an der primären Hauptachse dichasiale Blütenstände in dekussierter Stellung. Die Terminalblüten der rasch verarmenden und dann nur mehr aus Haupt- und Beiblüten bestehenden Dichasien sind stets mit Beiblüten versehen. Die Achsen der einzelnen Dichasien strecken sich zu einer scheinbaren Hauptachse, wodurch die eigentümlichen Inflorenszenzen zu stande kommen. Die primäre Hauptachse schliesst entweder mit einer Blüte ab oder bildet zwei gleichstarke Sprosse.

Bei C. rugosa zeigen die dichasialen Teilinfloreszenzen eben-

falls eine scheinbare Hauptachse, auf deren Rücken rechts und links, stets gleichmässig abwechselnd, je zwei Blüten in ungefähr gleicher Höhe stehen. Das Ende der Infloreszenzen gleicht einem Knäuel. Verfolgen wir die Entstehung dieser Calceolaria-Infloreszenzen! Fig. 1, Taf. II. stellt einen Vegetationskegel ohne jede Ausgliederung von C. hybrida im medianen Längsschnitt dar. Die Figuren 2 u. 3, Taf. II geben einen Vegetationskegel im transversalen (Fig. 2) und im medianen (Fig. 3) Längsschnitt wieder, der bereits neue Anlagen ausgegliedert hat; der Vegetationskegel selbst ist zur Hauptblüte geworden, deren erstes Kelchblatt (S^1 Fig. 3) bereits deutlich sichtbar ist. Fig. 4, Taf. II stellt das Ende einer Inflorescenz dar: die jungen Anlagen sind in dieser Zeichnung weiter entwickelt, als bei den Figuren 2 u. 3. Vorn liegt die Beiblüte (Bb.), rechts der neue Vegetationskegel (V.), links die nicht mehr zur vollständigen Entwickelung gelangende Anlage des zweiten Armes des Dichasiums.

Fig. 5, Taf. II zeigt den medianen Längsschnitt durch Haupt- und Beiblüte einer jungen Anlage, die sich im gleichen Stadium, wie die in Fig. 4 der gleichen Tafel wiedergegebene befindet und beweist ebenso, wie die übrigen Figuren, dass die Beiblüte, was die Anlage selbst betrifft, den seitlichen Ausgliederungen gleichwertig ist und nicht, wie Schumann annimmt, einer Dehnung im Tragblattachselgrunde ihre Entstehung verdankt. Der neue Vegetationspunkt V. (Fig. 4, Taf. II) wiederholt die beschriebene Ausgliederung neuer Anlagen, nur wird jetzt die linke Anlage desselben zum Vegetationspunkt, während die rechte verarmt. Diese wechselseitige Ausgliederungsweise wiederholt sich gleichmässig und resultieren am Ende der Infloreszenzen Konglomerate junger Blüten, wie sie die Figuren 6, 7, 8 u. 9, Taf. II zeigen. Später strecken sich die Achsen der einzelnen verarmten Dichasien zu einer scheinbaren gemeinsamen Hauptachse.

Schumann, der die Sprossverbindung von Verbascum, Pentstemon, Schizanthus und Calceolaria verfolgt hat, beschreibt die Infloreszenzbildung von C. chelidonoides und C. pinnata p. 411 wie folgt: „Gehen wir von einer jungen Blüte aus, welche soeben ihr oberes Kelchblatt und die beiden seitlichen angelegt hat, so finden wir unter ihr, also zwischen ihr und dem Tragblatt, eine kropfartige Anschwellung von der Breite des Blüten-Primords. An diesem

Körper entstehen zwei transversale Blätter, das eine grössere ist immer sehr deutlich, es bleibt häufig steril, das andere kleinere nimmt in seine Achsel ein neues Primord auf, das durch Furchung aus dem kropfartigen Gebilde unter unserer ersten Blüte abgesondert wird. Aus diesem Primord entsteht wieder eine Blüte in der Stellung, die ich geschildert habe, so dass S^1 median dorsal liegt."

Die Verzweigungsverhältnisse der Infloreszenzen von Calceolaria, sowie der von Verbascum, Scrophularia, Pentstemon, Russelia juncea hat Wydler[1] in seiner bekannten Arbeit über die symmetrische Verzweigungsweise dichotomer Infloreszenzen beschrieben. Vergleichen wir bei dieser Gelegenheit die dichasialen Teil-Infloreszenzen der Skrophulariaceen, so finden wir, dass sie bei den untersuchten Vertretern Pentstemon, Russelia, Calceolaria, Tetranema, welch' letztere gleichfalls in dieser Beziehung untersucht wurde, und Verbascum, soweit hier dichasiale Blütenstände vorhanden, alle auf denselben Ausgliederungsmodus zurückzuführen sind. (Vergleiche die unter Verbascum angegebenen Schemata und die unter Calceolaria und Pentstemon gegebenen Figuren.)

Vielfach haben die Botaniker die bei den erwähnten Skrophulariaceen vorhandenen und bereits besprochenen Beiblüten beschäftigt. Braun und Wydler fassen die Beiblüte als den dritten Ast eines Trichasiums auf, während Schumann dieselbe für eine untere Beiknospe, den Anfang einer Blütenschar erklärt. Ein Blick auf die soeben erwähnten Schemata für die Teilinfloreszenzen von Verbascum und auf die Figuren für die Entstehung der Blütenstände von Calceolaria zeigt, wie die Beiblüte aufzufassen, d. h. dass die Annahme Brauns und Wydlers richtig ist.

Die Entwickelung der Blüte geht bei den beiden untersuchten Arten C. hybrida und rugosa auf die gleiche Weise vor sich.

Der Kelch wird bei Haupt- und Beiblüte absteigend angelegt: Fig. 3, 6, 7, 10, Taf. II.

Die Blumenkrone entsteht in der Weise, dass der zur Zeit der Anlage des vorderen Kelchblattes noch ebene Blütenboden sich am Rande wallförmig erhebt, wodurch eine Vertiefung im Zentrum der Blüte gebildet wird, Fig. 12 u. 13, Taf. II.

---

[1] H. Wydler: Über die symmetrische Verzweigungsweise dichotomer Inflorescenzen, Flora 1851, p. 411—412.

Die Staubgefässe werden als zwei grosse Anlagen auf einmal erzeugt (Taf. II, Fig. 14). Zur Zeit der Entstehung der Stamina macht sich am Kronenwall an der oberen und unteren Seite bereits ein stärkeres Wachstum bemerkbar, als an der rechten und linken.

Die Bildung des Fruchtknotens geht in gewöhnlicher Weise vor sich, wie aus der Fig. 15, Taf. II zu ersehen ist, bei welcher der Kelch entfernt, Blumenkrone und Staubgefässe an ihrer Basis abgeschnitten sind.

Bei der Beschreibung der Blütenentwickelung von C. chelidonoides bemerkt Schumann auf S. 410, dass das unterste zuletzt entstehende Kelchblatt nie als Doppelorgan ausgegliedert werde; da Schumann, wie aus seinen späteren Ausführungen (p. 422) hervorgeht, das Vorkommen eines fünfgliederigen Kelches bei Calceolaria überhaupt bezweifelt, so möchte ich bemerken, dass ich bei den beiden untersuchten Arten C. hybrida und rugosa nicht gerade selten, besonders bei den Terminalblüten der Dichasien die Anlage eines fünfgliederigen Kelches beobachtet habe; Fig. 4 u. 16, Taf. II zeigen solche Kelche. Die im Tübinger botanischen Garten kultivierte C. punctata zeigte an den Endblüten der Dichasien durchgehends einen fünfzähligen Kelch. Leider genügte bei der grossen Schwierigkeit, mit der man wegen der dichten, drüsigen Behaarung der jungen Blüten zu kämpfen hatte, das vorhandene Material nicht, eine befriedigende Untersuchung dieser Art auszuführen.

Die Blumenkrone soll sich bei C. chelidonoides nach Schumann (p. 410 und Taf. IX, Fig. 14) dergestalt bilden, dass sowohl am axoskopen wie am phylloskopen Teil des Primordiums zwei sehr schwache Säume entstehen, die aufeinander zuschreitend endlich in Berührung mit einander kommen und am Rande verschmelzen. Wie aus unseren Figuren (Taf. II, Fig. 12 u. 14) ersichtlich, sind diese Angaben Schumanns nicht zutreffend.

Über die Entstehung der Staubgefässe führt Schumann S. 410 aus: „Während die zum Verschlusse gelangten Petalen in der Form eines Kragens die Basis des Blütencentrums umgeben, erhebt sich dieses in Gestalt eines sanft gerundeten Kissens. Bald nachher sieht man, dass über den Scheitel desselben in der Längsrichtung eine Furche verläuft (Taf. IX, Fig. 14), die dasselbe in zwei gleiche Teile zerlegt. Durch allmähliche Abrundung gehen aus ihnen die

beiden Staubgefäss-Primordien hervor; diese nehmen von Anfang an den ganzen Raum des Blütenbodens in Anspruch. Für die Entstehung weiterer Staubgefässe ist somit kein Platz vorhanden und dieser Umstand erklärt die Thatsache, dass die Anlage des Androeceums mit zwei Staubgefässen abgeschlossen ist.“

Dass diese, nach den Angaben Schumanns ganz abnorm sich vollziehende Anlage der Staubgefässe thatsächlich nicht zutrifft, ist aus den Figuren 14 u. 15, Taf. II deutlich zu ersehen; dass auch für die Anlage der Karpiden noch Raum vorhanden, geht aus diesen beiden Zeichnungen gleichfalls hervor. Schumann fährt nämlich in seinen Ausführungen folgendermassen fort: „Untersucht man die nächst älteren Blüten, so gelingt es im Anfang durchaus nicht, eine weitere Veränderung nachzuweisen. Man sieht immer nur die beiden Staubgefäss-Primordien, welche lückenlos aneinandergefügt sind; von einem Raum, in dem die Carpiden erscheinen sollten, macht sich keine Spur bemerkbar.

Mittlerweile haben sich auch die beiden Hälften der Corollen weiter entwickelt. Sie schieben sich von hinten und von vorn über die Staubgefässe, von denen man bereits die Furchungen wahrnimmt, welche die Theken von einander sondern, hinweg, berühren sich endlich, und indem sich die Spitze des hinteren Lappens in die kleine Bucht des vorderen einsenkt, wird die ganze Blüte umhüllt. Wenn man die Anlage der Carpiden sehen will, muss man bald nach der Entstehung der Staubgefässe das eine derselben oberhalb der Basis abschneiden. Dann bemerkt man, dass durch eine transversale Dehnung des Blütenbodens zwischen den sich oben berührenden Staubgefässen eine ungefähr ellipsoidische Kuppel entstanden ist, die ihre Längsachse in der Mediane des Tragblattes gelegen hat. Dieser Gestalt zu folgen entstehen nun die beiden Carpiden in den Enden der langen Achse.“

Von dieser etwas seltsamen Fruchtknotenbildung war bei den in vorliegender Arbeit untersuchten Arten nichts zu bemerken, vielmehr vollzog sich dieselbe, wie aus dem oben Ausgeführten und den Zeichnungen hervorgeht, ganz regelmässig.

Die Figur, die Schumann auf Taf. IX, Fig. 15 giebt, ist mir nicht verständlich.

Lophospermum erubescens.

Diese in den Gewächshäusern neben L. scandens häufig kultivierte Pflanze hat Payer,[1] der von den übrigen Skrophulariaceen Veronica und ihre Verwandten als besondere zweite Abteilung unterschied, als Typus seiner ersten Abteilung gewählt.

Payer beginnt seine Beschreibung mit der Bemerkung: „Chaque fleur du Lophospermum erubescens naît à l'aisselle d'une bractée mère et est accompagné de deux bractées sécondaires latérales."

Auch Eichler[2] giebt in seinen Blüten-Diagrammen an, dass bei Lophospermum zwei typische transversale Vorblätter vorhanden seien. Diese waren jedoch weder an den lebenden Pflanzen des Tübinger botanischen Gartens, noch an den getrockneten Exemplaren des Universitätsherbariums zu beobachten.

Bentham[3] bemerkt bei den Antirrhineen, seinem 5. Tribus der Skrophulariaceen, zu dem er Linaria, Anarrhinum, Antirrhinum, Marandia, Galvesia, Lophospermum und Rhodorhiton rechnet, über die ganze Gruppe: „Pedunculi, uniflori, ebracteati, axillares vel saepius ad apices ramorum racemosi."

Auch zeigt die Abbildung von Lophospermum scandens im Botanical Magazine Vol. 57, Nr. 3038 keine Vorblätter.

Häufig treten bei Lophospermum in den Achseln der zu einer lockeren terminalen Traube vereinigten Hochblätter statt der Blütenknospen Laubknospen auf. Die Abbildung, die Payer auf Taf. 111, Fig. 1 seines Atlasses giebt, legt die Vermutung nahe, dass derselbe eine solche Laubknospe vor sich gehabt hat; auch ist die Grösse des Tragblattes im Verhältnis zu der des Primordiums etwas auffallend.

Das in den Achseln des Tragblattes stehende Blüten-Primordium von L. erubescens (Taf. II, Fig. 17) hat die gewöhnliche, auf dem Querschnitt elliptische Gestalt; alsbald bemerkt man an demselben, rechts und links an den Stellen, wo beim Vorhandensein von Vorblättern diese zu erscheinen pflegen, eine kleine Ausbuchtung (Taf. II, Fig. 18 u. 19); es findet indes eine Ausgliederung

[1] Traité d'Organogénie comparée de la fleur par S. B. Payer 541—543 (Texte) et Pl. 111 (Atlas).

[2] Eichler, Blütendiagramme I, S. 208.

[3] Prodromus Bd. X, S. 265.

an dieser Stelle nicht statt, vielmehr wird das Primordium mit fortschreitender Entwickelung immer mehr stumpf dreieckig und schliesslich stumpf fünfeckig: der Kelch wird absteigend angelegt. (Vergl. die Figuren 20 u. 21, Taf. II und die Ausführungen unter Verb. Blattaria, S. 9.) Die Entstehung des Kelches ist schwer zu verfolgen, da man fast stets Präparate ohne jede Ausgliederung oder solche bekommt, wo sich die Transformation des Blütenkörpers und die damit verbundene Kelchbildung vollzögen hat.

Zu der von Payer auf Taf. 111, Nr. 2 gegebenen Zeichnung ist zu bemerken, dass die Kelchblattanlage in dieser Weise am Anfang nicht gesehen werden, ebenso entspricht Fig. 3 der gleichen Tafel nicht ganz den thatsächlichen Verhältnissen, denn nach Anlage des Kelches hat der Blütenkörper, wie bereits ausgeführt, eine stumpf fünfeckige Gestalt. In einem Zustande, in dem die einzelnen Kelchblätter soweit entwickelt sind, wie sie die Zeichnung wiedergiebt, hat der von denselben umschlossene Blütenboden gleichfalls die Gestalt eines stumpfen Fünfecks, nur fällt die Spitze des letzteren gegen das Tragblatt zu, während diejenige des ersteren (d. h. von den Kelchblättern gebildeten Fünfecks) gegen die Abstammungsachse zu gelegen ist (Taf. II, Fig. 22). Die Blumenkrone wird simultan angelegt, wobei sich der Blütenboden abflacht, eine stumpf fünfeckige Form annehmend (Taf. II, Fig. 23). Payer giebt eine absteigende Bildung der Petalen an; dieses ist indes nicht richtig, erst nach der simultan erfolgten Anlage der fünf Petalen wachsen die beiden oberen rascher als die übrigen.

Die Staubgefässe erscheinen aufsteigend; im übrigen sei auf das bei Scrophularia orientalis über die Anlage und die Inkonstanz des Androeceums Ausgeführte verwiesen, das auch für Lophospermum volle Geltung hat. Payer bemerkt über die Entstehung des Androeceums: „Les étamines ne naissent pas non plus toutes à la fois; elles apparaissent comme les pétales successivement, d'arrière en avant. D'abord l'étamine postérieure ensuite les deux étamines latérales, et enfin les deux étamines antérieures.“

Eine Entstehungsdifferenz, wie sie Payer auf Taf. 111 in den Zeichnungen 6 u. 7 für absteigende Entstehung angiebt, konnte ich nicht beobachten. Das Staminodium ist von Anfang an kleiner wie die übrigen Staubgefässe und, sobald deutlich sichtbar, mit dem Kronenwall verwachsen (Taf. III, Fig. 1 u. 2).

Russelia juncea.

Die hängenden Zweige dieser bekannten Skrophulariacee zeigen gewöhnlich keine oder nur geringe Blattbildung. An den jungen, noch mehr hellgrünen Zweigen stehen die kleinen Blättchen in fünf- bis zweigliedrigen Quirlen, in deren Achseln die Blütenstände; diese stellen bald verarmende Dichasien mit Beiblüten dar, der Ausgliederungsmodus der Infloreszenzen ist derselbe, wie bei Pentstemon.

Der Kelch deckt quincuncial und zwar liegt das erste Kelchblatt der Hauptblüte hinten, das der Beiblüte vorn.

An der Krone beobachtet man häufig statt fünf Zipfel deren sechs und sieben; auch das Androeceum ist nicht konstant und zeigt alle Übergänge vom fünfzähligen bis zum vierzähligen didynamischen.

Die Anlage des Kelches und der Krone ist ähnlich der bei Pentstemon beobachteten: S^1 der Hauptblüte, das an der Achse steht, und dem sich die übrigen Sepalen in quincuncialer Folge anreihen, erscheint auch hier auffallend früh und eilt den übrigen Sepalen im Wachstum voraus, die Beiblüte gliedert S^1 vorn aus.

Die Kronblätter werden wie gewöhnlich und zwar in Fünfzahl angelegt, andere Zahlen konnte ich nicht beobachten; dagegen sah ich öfters eine verhältnismässig spät vor sich gehende Teilung einzelner Kronblätter, wodurch die soeben erwähnte Differenz in der Zahl derselben zu stande zu kommen scheint.

Die Staubgefässe werden zugleich angelegt, wenigstens war ein Unterschied in der Zeit der Entstehung der einzelnen Stamina nirgends nachzuweisen.

Die mittleren Anlagen sieht man häufig etwas grösser hervortreten, als die der drei anderen Stamina, jedoch sind die Verhältnisse auch hier wieder sehr wechselnd, was besonders auch für das fünfte Glied des Androeceums gilt (Taf. III, Fig. 3 u. 4).

Scrophularia orientalis.

Die mit kleinen Drüsen behaarte Pflanze ist mit der gipfelständigen Infloreszenz bis über zwei Meter hoch und zeichnet sich durch ein sehr rasches und üppiges Wachstum aus.

Der sechskantige Stengel hat drei breite und ebenso viele schmale Flächen; häufig jedoch zeigt derselbe deren acht, vier breite und vier schmale, eine Erscheinung, die bereitsi m „Prodromus“

erwähnt ist. Gegen das Ende des Stengels gleichen sich die Verschiedenheiten der Flächen aus. An den schmalen Flächen sitzen die ziemlich grossen, grobgezähnten, eingeschnitten bis geteilten Blätter, die in ihren Achseln wiederum vierkantige Stengel mit Blättern in dekussierter Stellung tragen.

Der Blütenstand stellt in seiner Gesamtheit eine Traube dar, während die Teilinfloreszenzen früh verarmende Dichasien sind; dieselben stehen in der Regel entsprechend der Stellung der Blätter in Quirlen, nicht selten jedoch lösen sich diese letzteren auf, und es zeigen dann die Dichasien gegen das Ende der Hauptachse $^2/_5$- oder $^3/_8$-Divergenz. Diese Erscheinung fand sich fast ausschliesslich bei Pflanzen mit achtflächigen Stengeln.

Sehr mannigfaltig sind die Verhältnisse beim Übergang der vegetativen Region in die reproduktive, wie aus den Figuren 5—10 auf Taf. III zu ersehen ist, die einige der zahlreichen Fälle zur Anschauung bringen.

Der Kelch, der bei entwickelten Blüten keine Deckung erkennen lässt, weist in der Knospe sowohl absteigende als auch quincunciale Ästivation auf. Untersucht man in dieser Beziehung die lockeren und die dichteren Blütenstände, so findet man, dass bei den ersteren die Kelche, besonders wenn die Dichasien spiralig stehen, durchgehends, soweit sich die Ästivation mit der Lupe verfolgen lässt, absteigend decken, während sie bei den dichten Blütenständen häufig $^2/_5$-Deckung und ausserdem noch andere Deckungsverhältnisse zeigen. Irgendwelche Regelmässigkeit, wie sie in dieser Beziehung z. B. bei Haupt- und Beiblüten von Pentstemon und Russelia vorhanden sind, war nicht zu beobachten.

Bemerkt sei noch, dass bei den Dichasien der Übergangsregion sich häufig sechs- und mehrblätterige Kelche finden, wobei ausserdem in der Regel ein axoskopes Hochblatt vorhanden ist, das mehr oder weniger von der Blüte absteht.

Die vier weit aus der Höhle hervorragenden Staubgefässe zeigen hinsichtlich der Länge des Fadens und der Ausbildung und Grösse der Antheren eine grosse Unbeständigkeit; oftmals sind alle vier Stamina gleich ausgebildet, oftmals sind die unteren, und dann wieder die oberen kräftiger entwickelt; ein Staminodium ist nicht vorhanden.

Verfolgen wir nun die Entstehung der Blüten an der primären

Hauptachse. Am Vegetationskegel werden nach $^1/_3$-Ordnung die Blattanlagen erzeugt, in deren Achseln die Blüten-Primordien (Taf. III, Fig. 11); diese sind auf dem Querschnitt von schmal elliptischer, in transversaler Richtung gestreckter Form. Die junge Blütenanlage wächst bei ihrer Weiterentwickelung vorzugsweise in medianer Richtung und wenn die mediane Achse zur transversalen sich ungefähr wie 5 : 8 verhält, werden rechts und links in der Richtung der langen Achse die beiden Vorblätter angelegt (Taf. III, Fig. 12). Eine Differenz in deren Entstehung war weder was die Zeit, noch was die Grösse betrifft, zu beobachten.

Im weiteren Verlauf der Entwickelung wächst die junge Anlage immer mehr in medianer Richtung, bis sie auf dem Querschnitt ungefähr kreisrund geworden ist (Taf. III, Fig. 13 u. 14). Alsdann zeigt der Blütenkörper an der hinteren Seite unterhalb des Scheitels eine kleine Ausbuchtung, welche die Anlage des ersten Kelchblattes darstellt; der Blütenkörper ist jetzt ungefähr stumpf dreieckig. Dass diese Anlage aber nicht den Scheitel in sich aufgenommen hat, wie dies Schumann bei Entwickelung des Kelches von Linaria annimmt, ist aus dem medianen Längsschnitt (Taf. III, Fig. 17) deutlich zu ersehen.

Sofort nach Ausgliederung des ersten Kelchblattes erfolgt die der beiden seitlichen, wobei der Blütenkörper eine ungefähr stumpf fünfeckige Gestalt annimmt, die nach der gleichfalls sofort erfolgenden Anlage der beiden vorderen Sepalen noch mehr hervortritt (Taf. III, Fig. 15 u. 16).

Zur Bildung der Blumenkrone flacht sich der Blütenboden, der bisher kegelförmig über die Kelchblattanlagen hervorragte, ab und wird stumpf fünfeckig, wobei die Ecken der Figur in die Lücken zwischen den Kelchblattanlagen fallen (Taf. III, Fig. 20). Eine weitere Ausbildung der Petalen unterbleibt vorerst; es entstehen sofort die Staubgefässe und zwar paarweise aufsteigend (Taf. III, Fig. 21). Die Anlage eines Staminodiums, das bei Scrophularia nodosa sowohl in der Anlage als auch später in der Form eines kleinen Schüppchens vorhanden ist, konnte ich nicht beobachten. Nach Chatin[1] entstehen bei Scrophularia auf einmal kurz nach

[1] Ad. Chatin, Organogénie comparée de l'androcée dans ses rapports avec affinités naturelles, Comptes rendus 1874, p. 621—622.

der Anlage der Petalen fünf gleiche Staubgefässe. Wegen der weiteren Angaben Chatins soll hier auf dessen Arbeit etwas näher eingegangen werden. Er rechnet zu den Personaten die Skrophulariaceen, Orobancheen, Gesneriaceen, Cyrtandreae, Utricularieae, Bignoniaceae, Pedalineae und Acanthaceae und macht, was die Entstehung des Androeceums bei den Skrophulariaceen betrifft, fünf Abteilungen:

1. Abteilung: Es erscheinen fünf Staubgefässe auf einmal kurz nach der Anlage der Petalen, Verbascum, Celsia, Antirrhinum, Linaria, Scrophularia, Manulea, Capraria; Chatin nennt diese Gruppe die regelmässigste; selten bleiben alle fünf fertil (Verbascum), während häufig das hintere und, obschon in weniger bedeutendem Grade, die beiden mittleren (les latérales nach Chatin) eine geringere Entwickelung zeigen, als die vorderen Staubgefässe. Chatin stellt die Regel auf, dass durch die Atrophie des hinteren Staubgefässes eine gewisse Entwickelungsstockung der mittleren hervorgerufen werde, die ein zweimächtiges, ja selbst ein auf die beiden vorderen Staubgefässe reduziertes Androeceum hervorbringt.

2. Abteilung: Es werden vier Staubgefässe auf einmal angelegt, das hintere ist abortiert (Paulownia, [Alonsoa?] Rhinanthus, Melampyrum); bei den beiden letzteren ist Chatin im Zweifel, ob die Staubgefässe simultan oder succedan angelegt werden, da er schon in der ersten Anlage derselben eine Verschiedenheit beobachtet (die unteren sind grösser), ohne dass es ihm gelingt, eine ungleichzeitige Entstehung nachzuweisen.

3. Abteilung: Das Androeceum entsteht in drei Abschnitten, und zwar zuerst die mittleren fertilen (les latérales), dann die vorderen, die zu langen, dünnen Staminodien werden, und schliesslich das hintere, von dem nur eine Spur zu bemerken ist. Chatin rechnet Gratiola zu dieser Gruppe, ausserdem müsse man, meint Chatin, Bonnaya, Dopatrium, Micranthemum, Microcarpen und Peplidium hierherstellen.

4. Abteilung: Das Androeceum besteht aus zwei Staubgefässen, die an den Seiten der zuletzt angelegten Petalen erzeugt werden (Veronica).

5. Abteilung: Das Androeceum besteht aus zwei Staubgefässen, welche an der Stelle erscheinen, wo bei Gratiola die beiden ersten Stamina erzeugt werden (Campylanthus, Praederota, Wulfenia).

Zum Schluss bemerkt Chatin: „Au résumé le mode général de l'androgénie des Scrophularinées relie ces plantes, par sa première phase, aux Solaninées, tandis que les modes, qu'on peut dire accessoires les font toucher, comme cela va être dit, à la plupart des familles de la classe des Personées."

Für Scrophularia orientalis trifft diese Einteilung, soweit ich beobachten konnte, nicht zu; auch ist die Grösse der Anlagen nicht konstant: in der Regel sind die unteren deutlich grösser, seltener die oberen; oftmals sind aber auch alle vier Anlagen gleich gross. Überhaupt zeigen die Skrophulariaceen durchgehends sowohl in der Grösse der Anlage, als auch in der späteren Ausbildung der Stamina eine auffallende Inkonstanz. Was speziell Scrophularia orientalis betrifft, so beobachtet man bei derselben eine grosse Unbeständigkeit in jeder Beziehung, was die Vermutung nahelegt, dass sich bei derselben zur Zeit auffallende phylogenetische Vorgänge abspielen.

Um wieder auf die Entwickelung der Blüte zurückzukommen, so eilen die oberen Petalen den übrigen alsbald im Wachstum voraus, wodurch eine absteigende Deckung zu stande kommt. Die Anlage des Fruchtknotens ist die gewöhnliche.

Verfolgt man die Entwickelung der Blüten an den Dichasien, so sieht man alsbald die Verarmung eintreten; die Anlage der beiden Vorblätter am jungen Blütenkörper erfolgt zwar im Anfang der Verarmung noch gleichzeitig, auch ist eine Grössendifferenz nicht nachzuweisen; es wächst jedoch das eine der beiden Vorblätter viel rascher, als das andere, und erzeugt, während letzteres gar kein oder ein bald verkümmerndes Achselprodukt hervorbringt, eine zur vollen Ausbildung gelangende Blütenanlage (Taf. III, Fig. 23).

Pentstemon.

In Rücksicht auf die Bedeutung, die Schumann der Entwickelung der Pentstemon-Kelche als Beweis für seine Kontakt-Theorie beilegt, wurden die vier im Tübinger botanischen Garten kultivierten Pentstemon-Arten: P. digitalis, Cobaea, pubescens und hybridus (Gartenform) eingehend untersucht.

Sämtliche vier Arten haben dekussierte Blattstellung (bei P. digitalis ist diese Stellung häufig nicht eingehalten und stehen

die Blattpaare dann in allen möglichen Abständen); der Blütenstand ist bei den drei ersten Arten in seiner Gesamtheit eine zusammengesetzte, bei P. hybridus eine einfache Traube; die Teilinfloreszenzen stellen Dichasien dar, deren Mittelblüte stets mit einer Beiblüte versehen ist.

Bei P. digitalis findet man häufig unter der terminalen Hauptblüte noch zwei vorblattlose Unterblüten. Nicht selten beobachtet man, wie bekannt, Pelorien bei dieser P.-Art; besonders ist es die terminale Hauptblüte, welche diese Erscheinung aufweist. Es seien hier die Zahlen für die Blütenverhältnisse der beobachteten Fälle gegeben:

	Kelchblätter;	Blumenblätter;	Staubgefässe;	Staminodium.
1.	5	5	5	—
2.	4	4	4	—
3.	4	6	5	—
4.	6	6	5	—
5.	6	6	5	1
6.	6	4	4	—

Die Ausbildung des Fruchtknotens und der Narbe war in allen Fällen normal. Bei der Blumenkrone finden sich alle Übergänge von der aktinomorphen Gestalt bis zur ausgesprochen zygomorphen.

Der Kelch deckt quincuncial, bei der Hauptblüte liegt das erste Kelchblatt hinten, bei der Beiblüte vorn. Die Krone zeigt alle möglichen Deckungsverhältnisse, ebenso ist die Grösse der Staubgefässe und der Antheren schwankend.

Verfolgen wir nun die Entwickelung der Blüte an der primären Hauptachse (Taf. IV, Fig. 1—9). Am Vegetationskegel entstehen succedan in dekussierter Stellung die Blätter, in deren Achseln die Blütenanlagen. Alsbald gliedern sich an letzteren rechts und links in der Richtung der langen Achse die beiden Vorblätter aus; während dieses Vorganges bemerkt man auf der Vorderseite des Primordiums eine kleine Ausbuchtung, die Anlage der Beiblüte (vergl. Pentst. hybridus und Calceolaria). Beide Anlagen wachsen nun gleichmässig und es entsteht sofort das erste Kelchblatt der Hauptblüte an der hinteren Seite, das hier auffallend früh erscheint und den übrigen Sepalen bedeutend im Wachstum voraus eilt. Zur

Zeit seiner Ausgliederung erscheinen auch die Achselprodukte der Vorblätter. Die übrigen Sepalen werden succedan in gewöhnlicher quincuncialer Folge angelegt.

Sofort nach der Bildung des Kelches der Hauptblüte erscheint das erste Kelchblatt der Beiblüte auf der vorderen Seite, dem die übrigen Sepalen sich in quincuncialer Folge anschliessen.

Die Anlage der Blumenkrone ist die gewöhnliche; die Staubgefässe erscheinen auf einmal, nur das obere fünfte sieht man hin und wieder erst etwas später, wie die übrigen auftreten.

Fig. 9, Taf. IV stellt eine terminale Hauptblüte mit zwei vorblattlosen Unterblüten, das Ende einer primären Hauptachse, im Längsschnitt dar.

An P. digitalis schliesst sich von den untersuchten Arten am meisten P. Cobaea an, das eine sehr reich verzweigte und spät verarmende dichasiale Infloreszenz aufweist; die Deckungsverhältnisse des Kelches von Haupt- und Beiblüte sind dieselben wie bei P. digitalis; Pelorien beobachtet man selten.

Die Entwickelung der Blüte, speziell die des Kelches von Haupt- und Beiblüte ist die gleiche, wie bei P. digitalis (Taf. IV, Fig. 10).

Bei P. pubescens (Taf. IV, Fig. 11) ist die Zygomorphie der Blüte bedeutend stärker ausgeprägt, als bei den beiden besprochenen Arten. Der Blütenstand stellt eine lockere Traube dar, deren Dichasien früh verarmen.

Die Ästivation des Kelches der Beiblüte ist nicht stets die gleiche (vergl. die Schemata Taf. IV, Fig. 12—16). Der unter Nr. 1 angegebene Fall ist der häufigste. Wie aus diesen Schemata ersichtlich, ist die Deckung bei der Hauptblüte stets konstant, nicht aber bei der Beiblüte, ein Wechsel in der Anlagefolge der Sepalen der Beiblüte war nicht zu konstatieren, vielmehr deckt sich die Kelchbildung von Haupt- und Beiblüte mit der des Kelches von P. digitalis und Cobaea.

Die Staubgefässe werden in verschiedener Grösse angelegt und zwar ist es vor allem das unpaare obere, das ausgesprochen kleiner und wie es scheint, auch später ausgegliedert wird, wie die vier übrigen Stamina, bei denen ein Unterschied in der Zeit der Entstehung nicht zu beobachten war.

Bei P. hybridus zeigten die untersuchten Pflanzen eine kon-

stante Ästivation des Kelches. Das erste Kelchblatt der Hauptblüte liegt hinten, das der Beiblüte vorn. Auch das Androeceum war ausgesprochen didynamisch und wies keinen merkbaren Wechsel in Grösse und Ausbildung von Filament und Antheren auf. Die Anthese der letzteren ist eine aufsteigende.

Hin und wieder findet man bei der Hauptblüte einen sechsblätterigen Kelch, doch beruht diese Erscheinung wahrscheinlich auf späterer Teilung des hinteren, grossen, zuerst angelegten Kelchblattes: Fig. 17, Taf. IV stellt eine Blüte dar, bei der die Teilung verhältnismässig spät erfolgt.

Der Blütenstand von P. hybridus ist, wie bereits erwähnt, eine Traube, deren Teilinfloreszenzen fast stets nur aus Haupt- und Beiblüte bestehende Dichasien sind; nur selten ist bei den untersten derselben das eine oder andere Achselprodukt ausgebildet.

Fig. 18, Taf. IV stellt das Ende einer Achse dar; die Blütenanlagen werden succedan in dekussierter Stellung angelegt; während jedoch bei den bisher besprochenen Pentstemon-Arten in den Achseln der Vorblätter wieder neue entwickelungsfähige Produkte entstehen, sind hier die Vorblätter selbst reduziert und es werden in deren Achseln entweder gar keine oder nur sehr kleine, in der Regel verkümmernde Anlagen erzeugt.

Die Entwickelung der Beiblüte und des Kelches der letzteren, die genau so erfolgt wie bei den anderen Arten, ist aus den Figuren 3, 4, 5 u. 6, Taf. V deutlich zu ersehen. Das erste Kelchblatt der Hauptblüte entsteht hinten, das erste der Beiblüte vorn.

Von den Staubgefässen werden die beiden unteren stets grösser wie die beiden oberen angelegt. Das Staminodium scheint später ausgegliedert zu werden.

Was das Tragblatt der Begleitblüten von Pentstemon, das nach Braun und Wydler fast immer abortiert sein soll, betrifft, so konnte ich ebensowenig wie Schumann weder an sämtlichen lebenden Pflanzen des Tübinger botanischen Gartens, noch an den getrockneten Exemplaren des Universitätsherbariums ein solches nachweisen; auch war es mir bei der Untersuchung der Entwickelung der Blüte, wobei ich speziell auf diesen Gegenstand achtete, nicht möglich, die Anlage eines Vorblattes der Beiblüte zu konstatieren.

Über die Entwickelung des ersten Kelchblattes der Haupt-

blüte und die Anlage der Beiblüte von Pentstemon giebt Schumann p. 405 an: „Das Primord, welches sich aus der Achsel eines Laubblattes erhebt und zur Ausgliederung einer Mittelblüte bestimmt ist, nimmt sehr bald die Form eines flachen, kreisförmig umschriebenen Polsters an, das sich an seiner Dorsalseite erhebt und hier relativ sehr früh ein grosses, sanft gekrümmtes oder oben fast gestutztes Kelchblatt erzeugt (Taf. X, Fig. 22 s^h); in dieser Zeit oder auch etwas vorher brechen zwei Blätter hervor, die später deutlich nach vorn konvergieren und welche als die Vorblätter der Blüte anzusehen sind (Taf. X, Fig. 22 α u. β). Zugleich aber erscheint, einer Dehnung im Tragblattachselgrunde entsprechend, in der Mediane dicht unter der Blütenanlage ein kleiner neuer polsterförmiger Höcker $fl.^i$ und zwar, soweit ich beobachten konnte, früher als die Produkte in den Achseln der beiden Vorblätter. Dieser kleine Körper erzeugt die Blüte, welche unterhalb der Terminalblüte beobachtet wird und welche, wie man sich leicht überzeugen kann, der früheren Anlage entsprechend, auch vor den beiden Dichasialstrahlen abschliessenden Blüten aufblüht."

Was die Zeit der Ausgliederung des ersten Kelchblattes und der Vorblätter der Hauptblüte betrifft, so war bei den ersten drei von mir untersuchten Arten stets zu konstatieren, dass die letzteren vor dem ersten Kelchblatt entstehen, nur bei P. hybridus, bei welcher Art bereits eine Reduktion der Vorblätter eingetreten ist, konnte ich die Frage nicht mit Sicherheit entscheiden.

Die Unterblüte oder Beiblüte soll nach Schumann ihre Entstehung einer Dehnung im Tragblattachselgrund verdanken. Wie aus den Zeichnungen 3 u. 5, Taf. V hervorgeht, ist diese Ansicht nicht zutreffend (vergl. auch unter Calceolaria p. 13). Über die Anlage des ersten Kelchblattes der Beiblüte sagt Schumann (p. 405): „Verfolgen wir nun die Kelchanlage dieser zweiten Blüte, so ist dieselbe genau derjenigen gleich, welche die Hauptblüte bietet, soweit wir vorläufig das erste Kelchblatt in Rücksicht nehmen."

Diese Angaben decken sich nicht mit den Resultaten der vorliegenden Untersuchungen; das erste Kelchblatt der Beiblüte wurde in allen untersuchten Fällen vorn ausgegliedert.

Schumann beschäftigt sich dann mit der Ansicht Wydlers, Brauns und Eichlers über die Natur der Beiblüte; er bezeichnet dieselbe als untere Beiknospe, den Anfang einer Blütenschar und

meint, dass dieser Thatsache entsprechend die Stellung des ersten Kelchblattes in beiden Blüten gleich sei und zwar dorsal-median. Wie bereits erwähnt, trifft dies nicht zu; im übrigen sei in dieser Beziehung auf das unter Calceolaria Ausgeführte verwiesen.

S. 406 bemerkt Schumann über die Deckung der Pentstemon-Kelche, dass dieselbe ungewöhnlich wechselnd sei und dass besonders die Mittelblüten ersten Grades aus den untersten Tragblättern ganz regelmässig absteigende Deckung aufweisen; eine solche war in den von mir untersuchten Fällen bei P. hybridus gar nicht, bei P. digitalis und Cobaea sehr selten, am verhältnismässig häufigsten bei P. pubescens zu konstatieren. Leider giebt Schumann nicht an, welche Arten er speziell in dieser Beziehung untersucht hat.

Schumann führt nun über die Kelchbildung der Hauptblüte p. 407 weiter aus: „Die Mittelblüten der untersten Spezialinflorescenzen wiesen mir folgende Contactverhältnisse auf in der Zeit, als nach dem ersten Kelchblatte die beiden mittleren (Taf. X, Fig. 22 s^m) erschienen: Die vordere Seite des flachen, fast kreisförmigen Blütenprimordiums wurde von drei Körpern berührt (α, β, fl^i), welche sich so eng an dasselbe anschmiegten, dass ich zuerst den Eindruck empfing, als ob ich eine junge Blütenanlage mit einem sechsgliedrigen Kelche vor mir hätte. Durch sorgfältige Ablösung und den Vergleich nächst älterer Zustände gelang es mir nicht ohne einige Mühe, festzusetzen, dass der median vordere Körper (fl^i) das Primordium der Unterblüte war, und dass die zwei benachbarten Körper (α und β) die beiden durch die Dehnung im Achselgrunde des Tragblattes nach vorn gerückten Vorblätter darstellten. Bei einem so engen Contacte auf der Vorderseite des Blütenprimordiums konnten unter dem Einflusse des ersten hinteren Kelchblattes die zwei folgenden Sepalen an keiner anderen Stelle ausgegliedert werden, als in unmittelbarer Berührung mit jenem. Wenn sich nun die Oberblüte so weit gehoben hat, dass sie ausser Contact mit den vorderen drei Körpern tritt, erscheinen die beiden letzten unteren Kelchzipfel und so sehen wir denn, dass, der Ästivation entsprechend, auch die Anlage des Kelches absteigend sich vollzieht.“

Schumann fährt p. 407 fort: „Anders ist die Sachlage bei den Beiblüten (Taf. X, Fig. 21 fl^i). Unmittelbar an diese stossen nämlich seitlich die beiden Vorblätter α und β des Sprosses mit

ihren Achselprodukten und stehen mit dem Primordium in engem Contacte. Während sich in den Raum, welchen die sich kugelförmig abrundende, unten in den Stiel sich verjüngende Knospe der Hauptblüte bietet, der oberste Kelchzipfel s^h einschmiegt, sind die Flanken wegen der engen Berührung durch die Vorblätter nicht zur Anlage der mittleren Kelchzipfel befähigt. Wohl ist aber eine Lücke vorhanden zwischen beiden auf der Vorderseite und so sehen wir denn, dass sich hier zuerst als ganz flache Säume (s^v) zwei Zipfel einstellen, die sich bald vergrössern und denen dann erst die mittleren folgen."

Hierzu muss ich bemerken, dass mir die Figur 21 der Schumannschen Tafel X nicht ganz richtig zu sein scheint; die Grössenverhältnisse und die Lage der Kelchblätter der Hauptblüte und die Grösse der letzteren im Verhältnis zur Beiblüte legen die Vermutung nahe, dass Schumann eine Blüte mit einer jungen Seiten-, aber nicht Vorderblüte gezeichnet hat und dass α und β die Vorblätter dieser Seitenblüte, nicht aber die gesenkten Vorblätter der Hauptblüte sind. Überhaupt konnte ich Fälle, in denen die Vorblätter so weit dem Tragblatt zu konvergierten, nicht beobachten.

Schumann spricht von der Verschiebungsfähigkeit der Tragblätter und schreibt denselben resp. deren phyloskopen Konvergenz einen bedeutenden, zum Teil massgebenden Einfluss auf die Anlagefolge der Sepalen zu.

Verfasser kann sich dieser Ansicht Schumanns nicht anschliessen: Die Kelchbildung der Haupt- und Beiblüte erfolgte bei allen untersuchten Fällen, wie oben ausgeführt und aus den Zeichnungen zu ersehen, quincuncial. Ausserdem ist gar nicht einzusehen, warum bei der Beiblüte unter „diesen Kontaktbedingungen" vorn zwei getrennte Säume erscheinen; man müsste nach der Kontakttheorie vielmehr ein grosses, die ganze vordere Breite des jungen Blütenkörpers einnehmendes Kelchblatt erwarten.

Über die Natur des vorderen Körpers, d. h. der Beiblüte, giebt der mediane Längsschnitt Fig. 3 u. 5, Taf. V Aufschluss.

Zu der Fig. 22 der Schumannschen Tafel Nr. X muss ich bemerken, dass ich solche Bilder bei Pentstemon nirgend gesehen habe. Die Vorblätter waren bei den von mir untersuchten Fällen bei einer solchen Grösse des ersten Kelchblattes stets bedeutend weiter entwickelt, als wie sie die Schumannsche Zeichnung giebt

und waren in deren Achseln bei P. digitalis, Cobaea und pubescens bereits neue Blütenanlagen vorhanden.

Verfasser kann somit den Ausführungen Schumanns über die Kelchanlage von Pentstemon nicht beipflichten.

Auf p. 408 beschäftigt sich Schumann mit der Spiraltheorie und der Auffassung Wydlers von der Beiblüte der Pentstemon-Arten und bemerkt speziell über die Kelchdeckung der letzteren: „Erinnern wir uns nun, dass die beiden untersten Kelchblätter entwickelungsgeschichtlich früher auftreten, als die beiden mittleren, so wird uns für diese (Wydlers) Auffassung ein Schlüssel in die Hand gegeben. Geht man nämlich von dem einen derselben, dem beiderseitig aussen deckenden, zu dem dorsal medianen und setzt man die Curve mit Überspringung je eines folgenden fort, so kommt natürlich eine $^2/_5$-Spirale heraus und damit war eine Disposition erreicht, die sich mit der formalen Disposition des Kelches an einer Scrophulariaceenblüte vollkommen deckte."

P. 409 spricht Schumann nochmals die Ansicht aus: „Bei den von mir angedeuteten mechanischen Faktoren, die sich je nach der Grösse der Contactkörper nicht immer in gleicher Grösse wiederholen müssen, ist es nicht überraschend, dass einseitige Veränderungen auftreten."

Verfasser kann sich dieser Theorie Schumanns nicht anschliessen, er konnte einen Wechsel der Kelchentwickelung im Sinne Schumanns nirgends beobachten: bei den untersuchten Pentstemon-Arten war die für Haupt- und Beiblüte angegebene quincunciale Kelchbildung stets die gleiche und muss Verfasser deshalb den Wechsel in der Ästivation des Kelches als Produkt eines späteren ungleichen Wachstums ansehen.

Gratiola officinalis.

Die Blüte besitzt zwei schmale, nach rückwärts konvergierende Vorblätter, einen fünfzähligen quincuncial deckenden Kelch (S^1 liegt vorn) und eine zweilippige ($\frac{2}{3}$) Krone.

Von den Staubgefässen sind die zwei mittleren fertil, während die beiden unteren zu langen Staminodien werden und das obere unpaare nur ein ganz kleines, der Krone angewachsenes Schüppchen darstellt.

Die Blätter stehen dekussiert; in der Blütenregion wird jedoch in der Regel nur das Achselprodukt eines der beiden gegenüberstehenden Glieder zur Blüte, während sich das des anderen entweder zum Laubspross gestaltet oder ganz verkümmert.

Das Blüten-Primordium, das im Anfang die gewöhnliche, auf dem Querschnitt schmal elliptische Gestalt hat, gliedert zwei nach rückwärts konvergierende Vorblätter aus, die indes nicht sofort vom Blütenkörper abgesondert werden (Taf. V, Fig. 7). Es erscheinen vielmehr zuerst die drei ersten Kelchblätter und zwar entsteht S^1 auf der vorderen, S^2 auf der hinteren, S^3 wieder auf der vorderen Seite. Der Blütenkörper wächst sodann längere Zeit, ohne dass die übrigen Kelchblätter angelegt werden; erst nachdem die Vorblätter sich allmählich abtrennen, sind die beiden letzten Sepalen als flache Säume zu beobachten (Taf. V, Fig. 8).

Der Blütenboden hat in diesem Stadium eine ungefähr viereckige Gestalt. Die junge Blüte wächst nunmehr in medianer Richtung, sodass die transversale Achse von der medianen an Länge bedeutend übertroffen wird: der Kelch umgiebt wallförmig den Blütenboden, das hintere, die ganze Breite desselben einnehmende Kelchblatt eilt den übrigen Sepalen auffallend im Wachstum voraus.

Im weiteren Verlauf der Entwickelung flacht sich der Blütenboden ab und nimmt eine stumpf fünfeckige Form an, die Blumenblätter treten in Form kleiner Erhebungen hervor. Während dieses Vorganges bemerkt man sowohl in der Mediane der beiden unteren, als auch in der der beiden mittleren Kelchblätter kleine Protuberanzen, die Anlagen der vier Stamina, von denen die zwei oberen grösser sind. Das Staminodium ist in diesem Stadium noch nicht nachzuweisen (Taf. V, Fig. 9).

Die bereits unter Scrophularia orientalis erwähnte Angabe Chatins, dass bei Gratiola die Staubgefässe in drei verschiedenen Abschnitten entstehen und zwar zuerst die mittleren, dann die unteren und schliesslich das obere unpaare, konnte ich nicht bestätigen.

Die Anlage des Staminodiums ist erst später mit Bestimmtheit zu erkennen. Dasselbe entsteht in der Lücke vor den oberen Petalen und verwächst erst später mit der Krone. Die mittleren Staubgefässanlagen entwickeln sich viel rascher als die unteren und es zeigt die Blüte zur Zeit der Bildung des Fruchtknotens Verhältnisse, wie sie Fig. 11, Taf. V giebt.

Digitalis purpurea.

Die vorblattlosen Blüten sind zu einer terminalen Traube vereinigt, der Kelch deckt quincuncial, S^1 vorn.

Das in der Achsel des Tragblattes stehende Primordium hat eine schmale, in transversaler Richtung gestreckte Gestalt. Die Figuren 12, 13, 14, 15 u. 16 (Taf. V) stellen eine junge Blüte vor Ausgliederung des Kelches dar; der letztere entsteht in quincuncialer Folge, S^1 vorn. Das zweite achsenständige Kelchblatt ist im Anfang von ungefähr gleicher Grösse, wie die übrigen Sepalen; die Differenz in der Grösse desselben gegenüber den letzteren in späteren Stadien beruht auf langsamerem Wachstum (vergl. die Fig. 3, Taf. VI, die eine junge Blütenknospe darstellt). Die Anlage der Krone erfolgt wie gewöhnlich simultan; die Staubgefässe entstehen aufsteigend (die beiden unteren sind grösser), die Grösse der Anlagen war bei den beobachteten Fällen konstant, ein Staminodium konnte ich nicht nachweisen. Ich möchte bei dieser Gelegenheit wegen der späteren Ausführungen Schumanns über das Androeceum der Skrophulariaceen darauf aufmerksam machen, dass bei Digitalis auf dem Blütenboden, wie aus Fig. 1, Taf. VI zu ersehen, sicherlich noch Platz genug zur Anlage eines fünften Staubgefässes vorhanden wäre.

Die Vermutung Schumanns, dass viele der rein traubig gruppierten Blüten aus der Familie der Skrophulariaceen denselben Entwickelungsgang wie Linaria, die absteigende Kelchbildung zeigt, einhalten würden, was namentlich für Digitalis, Alonsoa und andere Geltung haben würde, trifft, wie aus vorliegender Untersuchung erhellt, für Digitalis nicht zu. Auffallend ist der mediane Längsschnitt der Blütenanlage (Taf. V, Fig. 18), die nicht in der Weise dem Tragblatt zu abfällt, wie dies sonst bei den Skrophulariaceen so häufig beobachtet wird.

Digitalis ambigua weist sowohl in ausgebildetem Zustand als auch in der Entwickelung ähnliche Verhältnisse wie D. purpurea auf. Das zweite Kelchblatt bleibt auch hier sofort nach seiner Entstehung den anderen Sepalen gegenüber auffallend im Wachstum zurück. Die Fig. 2, Taf. VI, stellt eine Blüte zur Zeit der Anlage der Blumenkrone dar.

Veronica longifolia.

Die Entwickelung der Veronica-Blüte ist von Payer[1] und von F. Noll[2] untersucht worden. In vorliegender Arbeit wurde die Blüte von V. longifolia, die auch Noll zum Gegenstand seiner Untersuchung gemacht hat, in ihrer Entstehung und speziell in der Anlage des Androeceums verfolgt. Die Figuren 4, 5, 6 u. 7 (Taf. VI) stellen die einzelnen Stadien vor, zur Zeit und nach der Entstehung der Staubgefässe dar. Wie aus diesen Zeichnungen deutlich hervorgeht, fehlt es auf dem Blütenboden nicht an Platz für die Anlage weiterer Staubgefässe. Die Figuren 8 u. 9 (Taf. VI) stellen Blüten mit fünfzähligen Kelchen dar.

Was die Bildung des Fruchtknotens betrifft, die von Payer für V. speciosa als von der gewöhnlichen Entstehungsweise abweichend angegeben wird, so geht dieselbe bei V. longifolia, wie Noll in seiner Arbeit ausführt, in normaler Weise wie bei den übrigen Skrophulariaceen vor sich.

Melampyrum arvense.

Die vorblattlosen, in den Achseln der rot gefärbten Hochblätter stehenden Blüten sind zu einer dichten, kegelförmigen terminalen Ähre vereinigt; die Brakteen funktionieren zuerst als Schauapparat, später ergrünen sie und dienen wahrscheinlich der Assimilation. Der Kelch bildet eine Röhre mit vier langen Zipfeln, die Krone ist zweilippig, von den vier vorhandenen Staubgefässen sind die beiden oberen kleiner und weiter oben der langröhrigen Krone eingefügt, als die unteren.

Der Vegetationskegel bildet in dekussierter Folge die jungen Blätter, in deren Achseln die Blütenanlagen. Jede dieser wächst sehr rasch in medianer Richtung und erzeugt rechts und links in der Richtung der transversalen Achse resp. an dem von derselben der Abstammungsachse zugelegenen Teile des Blütenkörpers die

---

[1] A. Payer, Traité d'organogénie de la fleur p. 542 u. 543 (Texte) et Pl. 111 (Atlas).

[2] Fritz Noll, Entwickelungsgeschichte der Veronica-Blüte, Inaugural-Dissertation, Marburg 1883.

zwei ersten Kelchblätter, denen sofort die beiden vorderen folgen (Taf. VI, Fig. 10, 11, 12 u. 13). Schumann, der M. nemorosum untersucht hat, will das Fehlen des mittleren hinteren Kelchblattes durch Kontakt erklären. Dieser sei bei der dekussierten Blattstellung von M. durch das über dem Blüten-Primordium stehende Tragblatt und dem Druck des eigenen bedingt (vergl. hierüber p. 7 u. 8).

Die Kelchblattanlagen umgeben wallförmig den rundlichen, weit darüber emporragenden Blütenboden (Taf. VI, Fig. 14, 15, 16 u. 17). Dieser wird bei der Anlage der Blumenkrone ungefähr stumpf fünfeckig, und treten die fünf Zipfel an den fünf Ecken alsbald deutlich hervor. Sofort nach Bildung der Krone erscheinen auf der unteren Seite des Blütenbodens zwei grosse Protuberanzen, die Anlage der unteren Staubgefässe, welchen alsbald die beiden oberen, bedeutend kleineren, näher dem Rande des Blütenbodens gelegenen folgen. Wie bei Scrophularia orientalis bereits bemerkt, ist Chatin darüber im Zweifel, ob das untere Staubfadenpaar vor dem oberen entsteht. Schumann giebt für M. nemorosum auf p. 412 eine absteigende Entstehung der beiden Antherenpaare an.

Die Verhältnisse der Blüte zur Zeit der Entstehung der Staubgefässe zeigt die Fig. 18 (Taf. VI); die Zeichnung 20 der gleichen Tafel stellt ein Stadium dar, indem die beiden oberen Stamina bereits mit dem Kronröhrenwall verwachsen sind.

Die Anlage eines Staminodiums habe ich nicht beobachtet.

Schlussbetrachtung.

Am Schlusse seiner Untersuchungen über die Blüte der Skrophulariaceen unterzieht Schumann den Bauplan dieser Familie einer näheren Betrachtung; er beschäftigt sich bei dieser Gelegenheit hauptsächlich mit den Ausführungen Eichlers[1] in dessen Blütendiagrammen.

Schumann giebt eine Zusammenstellung der verschiedenen Verhältnisse von Kelch, Krone und Staubgefässen und fährt dann fort: „Wenn schon Eichler diese Mannigfaltigkeiten in dem Blütenbau genau bekannt waren, hat er doch folgende Meinung vertreten: es kann kein Zweifel sein, dass trotz aller Variationen doch bei

[1] Eichler, Blütendiagramme, I, 208—213.

den Scrophulariaceen überall der nämliche Grundplan des Blütenbaues besteht: Vorblätter sind allerwärts typisch zwei transversale vorhanden. Der Kelch ist dem Typus nach allerwärts fünfzählig, mit dem genetisch zweiten Teile der Abstammungsachse zugekehrt. Die Corolle ist allgemein fünfzählig, wenigstens dem Typus nach. Die Staubgefässe sind zuweilen alle fünf fruchtbar; Carpiden in den Normalfällen zwei median.“ Schumann führt zu dem ersten Satz über die Vorblätter aus, dass dieser den wirklichen Beobachtungen nicht entspreche und giebt als Beweis unter anderem die Gattung Linaria und Antirrhinum an. Hierzu ist zu bemerken, dass der Satz bei Eichler folgendermassen lautet: „Vorblätter sind allerwärts typisch zwei transversale vorhanden, beide ausgebildet bei Gratiola (hier etwas nach rückwärts konvergierend [Fig. 119 C]), bei Verbascum Thapsus, Scrophularia, Lophospermum etc. (dass Lophospermum keine Vorblätter hat, wurde bei Besprechung der Blütenentwickelung p. 17 bereits bemerkt), beide unterdrückt bei Verbascum, Blattaria, Digitalis, Antirrhinum, Veronica, Lindernia, Lathraea etc.“ Dass Eichler berechtigt war, typische Vorblätter anzunehmen, geht aus folgender Betrachtung hervor. Wenn wir, wie dies heute wohl allgemein geschieht, die zygomorphen Blüten von den aktinomorphen phylogenetisch ableiten und die jetzigen Verhältnisse als Produkt der allmählichen Entwickelung ansehen, so finden wir bei Betrachtung der untersuchten Gattungen, dass die am gleichmässigsten verzweigten und mit Vorblättern versehenen Formen auch die regelmässigsten Blüten haben. Stellen wir z. B. aus den untersuchten Pentstemon- und Verbascum-Arten eine Reihe her, so finden wir bei Pentstemon digitalis und Cobaea die reichste Verzweigung und Blütenverhältnisse, die sich noch am meisten denen der regelmässigen nähern, P. pubescens steht in der Mitte und P. hybridus hat ganz verarmte Verzweigung, dagegen viel mehr konstant zygomorphe Ausbildung von Krone und Androeceum. In der Gattung Verbascum ist bei den Formen, die sich an das reich verzweigte V. thapsiforme anschliessen, die Zygomorphie am wenigsten ausgeprägt, am stärksten dagegen bei den Arten, die sich an V. Blattaria anreihen; die letzteren haben vorblattlose, einzeln in den Achseln von Hochblättern stehende Blüten. Die Schemata 1, 2, 3, 4 u. 5 auf Taf. I zeigen die allmähliche Reduktion von Verzweigung und Vorblatt. Wenn wir also innerhalb der einzelnen

Gattungen solche Reduktionen anzunehmen berechtigt sind, so dürfte dies auch für die ganze Familie gestattet sein und soweit meine Erfahrungen reichen, sind die vorblattlosen Blüten bei den Skrophulariaceen stets ausgesprochen zygomorph. Ja man könnte, wenn man bei einer Blüte, wie wir sie z. B. bei Gratiola officinalis finden, die Verhältnisse mit einander vergleicht, welche die Blüte während der Entwickelung (d. h. soweit sich eben die Zustände bei der Entwickelung verfolgen lassen) und in fertigem Zustand bietet, zu der Annahme gelangen, dass bei dieser Pflanze der angedeutete Vorgang sich direkt abspielt und dass bei derselben Reduktionsprozesse vor sich gehen, die zu einer Blüte ohne Vorblätter und einem auf zwei Staubgefässe reduzierten Androeceum führen werden. Auch bei Lophospermum lässt die eigentümliche vor Anlage des Kelches rechts und links am jungen Blütenkörper bemerkbare Ausbuchtung uns vermuten, dass die Pflanze früher Blüten mit Vorblättern hatte oder dass sie von Formen mit Vorblättern abstammt.

Zu der Ansicht Eichlers, dass bei den Skrophulariaceen der Kelch dem Typus nach allerwärts fünfzählig und dessen genetisch zweiter Teil der Abstammungsachse zugekehrt sei, bemerkt Schumann p. 420, dass keine einzige der echten Skrophulariaceen dieser Anforderung genüge. Es dürfte dies nicht ganz richtig sein; denn wie aus unseren Untersuchungen hervorgeht, ist bei Digitalis, Gratiola, den Beiblüten von Pentstemon und Russelia das hintere Kelchblatt als genetisch zweites zu bezeichnen; als allgemein gültig können auch wir diesen Satz Eichlers nicht anerkennen. Was den fünfzähligen Typus des Skrophulariaceen-Kelches betrifft, so sei auf unsere Anmerkung p. 42 verwiesen.

Schumann beschäftigt sich p. 420 mit der Frage, mit welcher Ziffer das hintere Kelchblatt bei den Skrophulariaceen nach der genetischen Folge zu bezeichnen sei; er hält es entweder für das fünfte, oder für das erste oder dritte, je nachdem man die Sache bei den übrigen Sepalen betrachte und bemerkt dazu: „Wir fanden, dass das flache fast linsenförmige Blüten-Primordium zwei Seitenläppchen hervorbringt, die zu zwei hinteren Kelchblättern werden, während die Spitze den zwischen beiden befindlichen Kelchteil liefert. Dieser Entwickelungsgang macht eine bestimmte Bezifferung des betreffenden Teiles überhaupt nicht wohl thunlich.“

In der Zusammenfassung seiner Untersuchungen über den

Blütenanschluss sagt Schumann p. 507: „Bei den Labiatifloren wird zuerst, wie bei den meisten anderen Gewächsen ein im Querschnitt elliptisches Primord gebildet, in dessen langer Achse zwei Primärblätter auftreten, die entweder zwei Kelchblätter (bei den einfach botrytischen Inflorescenzen) oder zwei Vorblätter (bei den verzweigten Blütenständen) darstellen. Der Vegetationskegel des flachen Primords liefert das dritte Blatt, mittlerweile wird für die zwei Vordersepalen durch Hebung der Stirnkante ein Raum geschaffen, den diese bald darauf einnehmen."

Aus unseren Untersuchungen geht hervor, dass wir das hintere Sepalum bei absteigender Kelchanlage als erstes, bei quincuncialer als erstes oder zweites zu bezeichnen haben. Fälle mit aufsteigender Kelchanlage, bei denen dieses hintere Kelchblatt als fünftes zu bezeichnen gewesen wäre, habe ich nicht beobachtet. Die Bezifferung des hinteren, bei viergliedrigen Kelchen fehlenden Sepalums hängt nach meiner Ansicht davon ab, wie die Kelche derjenigen Pflanzen angelegt werden oder wurden, von welchen wir diese viergliederigen Kelche phylogenetisch abzuleiten haben. In Betreff der weiteren Ausführungen Schumanns in dieser Beziehung erinnere ich an das unter Scrophularia orientalis über diesen Gegenstand Gesagte. Über den Wechsel der Kelchdeckung bemerkt Schumann p. 421, dass die Deckungsverhältnisse des Kelches wirklich mit der Entstehungsfolge der Sepalen vollkommen zusammenfallen, ja, dass jene von dieser direkt abhängig seien.

Dies ist jedoch, wie unsere Untersuchungen ergeben, nicht ausnahmslos zutreffend; es sei in dieser Beziehung auf das unter Pentstemon Ausgeführte verwiesen. Dass besonders bei der in der Regel so rasch nacheinander erfolgenden, absteigenden Anlage des Kelches und besonders bei sehr dicht gedrängten Infloreszenzen durch ungleiches Wachstum der Zipfel Änderungen in der Ästivation eintreten können, ist wohl anzunehmen. Die auffallende Inkonstanz in der Deckung der simultan angelegten Kronblätter lässt sich wohl nur durch ungleiches Wachstum der einzelnen Petalen erklären. Den Ausführungen Schumanns über die Ansicht Eichlers inbetreff der Entwickelungsgeschichte können wir nur beistimmen. Eichler meinte nämlich, dass die Entwickelungsgeschichte, falls ihre Resultate mit der Theorie nicht stimmen, überhaupt die genetische Folge der Organe nicht zum Ausdruck brächte, sondern dass

die spätere Entwickelung bereits auf die erste Entstehung einen bemerkenswerten Einfluss auszuüben vermag.

Schumann bemerkt p. 422: „An dem flachen, scheibenförmigen Primord fehlt bei den Scrophulariaceen in der Zeit, da die ersten drei hinteren Sepalen bei absteigenden Kelchen angelegt werden, der Platz, an welchen man sich die Orte der zwei vorderen Sepalen denken könnte. Er wird erst später erzeugt und demgemäss müssen unter allen Umständen diese beiden letzten Kelchblätter wirklich als die letzten angesehen werden, und können keinen Anspruch darauf machen, dass sie für das erste und dritte gehalten werden."

Wir haben durch unsere Beobachtungen bereits gezeigt, dass diese Folgerungen nicht genügend begründet sind.

Sodann beschäftigt sich Schumann mit dem viergliedrigen Calceolaria-Kelch und ist der Ansicht, dass dieser ein Beweis dafür sei, dass ein einheitlicher pentamerer Typus[1] bei den Skrophulariaceen nicht vorhanden sei. Nach unseren Untersuchungen müssen wir jedoch annehmen, dass dieser viergliedrige Kelch wahrscheinlich vom normalen fünfgliedrigen abstammt.

Schumann fasst p. 423 seine Anschauung über die Bildung des Skrophulariaceen-Kelches nochmals in folgenden Worten zusammen: „Wenn wir aus der Genesis der Scrophulariaceen-Kelche einen gemeinsamen Charakter herauskonstruieren wollen, so wird sich dieser dadurch ausdrücken lassen, dass die Kelche zygomorphe Bildung besitzen. An einem nach vorn abfallenden Primordium entstehen meist in absteigender, seltener in aufsteigender Folge zwei Paare von Sepalen und ein unpaares Glied. Welche von diesen Anlagefolgen sich findet, wird nicht durch einen in der Gattung enthaltenen Typus, sondern durch den Contact bedingt. Daher kann es geschehen, dass bei Verbascum oder Pentstemon zweierlei verschiedene Moden der Anlage, die zugleich die Variation in der Kelchdeckung erklären, beobachtet werden. Bei den Formen, welche mit absteigend sich ausgliedernden Sepalen versehen sind, ist das oberste Glied der frühere Scheitel des Vegetationskegels, aus dem sich die beiden seitlichen durch Sprossung entwickeln, indem ein in der Transversale gedehnter Körper in den Enden der

[1] Vergl. Anmerkung p. 42.

langen Achse zwei Neubildungen hervorbringt. Wenn durch die decussierte Blattstellung bewirkt wird, dass das zweite, mit dem Tragblatte gleichsinnig orientierte obere Blattpaar an der Stelle mit zwei Blütenprimordien in Contact tritt, wo die unpaaren Zipfel erscheinen sollten, so kommen diese nicht zur Entwickelung. Will man dieses Verhältnis Abort nennen, so ist dagegen nichts einzuwenden, wir hätten dann ein neues Beispiel für den Abort, bewirkt durch Druck. Es bleibt vollkommen aus, wenn die betreffende Stelle so lange belastet ist, als diese Zone noch Neubildungen hervorbringen kann (Melampyrum etc.)."

Verfasser kann diesen Ausführungen Schumanns wie aus vorliegenden Untersuchungen hervorgeht, nicht beipflichten und hält besonders den Satz Schumanns, dass die Anlagefolge der Kelchblätter durch den Kontakt bedingt werde, nicht für richtig. Was die Kelchanlage bei Melampyrum betrifft, so möchte ich bemerken, dass, wenn Schumann hier von einem Abort spricht, er diesen viergliedrigen Kelch hiermit von einem fünfgliedrigen ableitet.

Über den Einfluss der Vorblätter resp. deren Vorhandensein oder Nichtvorhandensein auf die Anlagefolge der Kelchblätter spricht sich Schumann p. 424 folgendermassen aus: „Ich habe von solchen Pflanzen, die Vorblätter besitzen, Martynia, Verbascum phlomoides und V. lychnitis besprochen. Da dieselben aber Repräsentanten sowohl für die auf- wie für die absteigenden Kelchanlagen sind, so dürften sie wahrscheinlich die Eigentümlichkeiten anweisen, die den übrigen Pflanzen zukommen. Die Vorblätter gliedern sich als zwei seitliche Neubildungen an dem flach gedrückten Primordium aus; sie stehen nach ihrer Ausbildung horizontal von diesem wie zwei Ohren ab und bilden an dem sich später hebenden und zur schiefen Ebene transformierenden Blütenkörper keinen Contact. Deswegen tritt ihr Einfluss ausser Funktion und dieser Umstand erklärt, dass ihrer An- und Abwesenheit auf die Kelchdisposition keine Bedeutung zukommt, dass vielmehr die bracteolaten und ebracteolaten Blüten gleiche Disposition der Sepalen besitzen. Aus derselben Thatsache geht aber hervor, dass es nicht unbedingt notwendig ist, an den Blüten, wo sie fehlen, diese beiden Blättchen zu ergänzen."

Verfasser kann auch diesen Ausführungen nicht beistimmen und hält besonders die Schlussfolgerung Schumanns, dass es bei

der Konstruktion des theoretischen Skrophulariaceendiagramms nicht unbedingt notwendig sei, die Vorblätter an den Blüten, wo sie fehlten, zu ergänzen, für nicht zutreffend. Es sei auf unsere Ausführungen p. 35 u. 36 verwiesen.

P. 425 beschäftigt sich Schumann mit der Ansicht Eichlers über die Korolle der Skrophulariaceen. Hierzu sei bemerkt, dass diese Anschauungen Eichlers nur eine notwendige Konsequenz seiner, wie wir erörtert, nicht unbegründeten Annahme eines typischen pentameren Kelches bei den Skrophulariaceen war. Schumann drückt seine Ansicht über die Anlage der Krone in dem Satze aus: „Indem sich der Vegetationskegel in die Lücke einzieht, welche die Sepalen zwischen sich lassen, wird in der That durch die Beschaffenheit des Kelches in der Regel eine pentamere Blumenkrone bedingt.“ In gleichem Sinne sagt Schumann bei Beschreibung der Blütenentwickelung von Verbascum thapsiforme p. 400: „Während die zwei vorderen Kelchblätter über der Basis des Primordiums zum Verschlusse gelangen, lappt sich im Contact mit den fünf Kelchblättern der Blütenboden und gliedert, wie es scheint, simultan in den fünf Ecken die Blumenblätter aus.“ Ich verweise inbetreff der Anlage der Blumenkrone auf das unter V. Blattaria p. 9 Ausgeführte. Es sei übrigens hier auf die für die Pelorien von Pentstemon digitalis gegebenen Zahlen, sowie auf die Zeichnung 9, Taf. VI von Veronica longifolia aufmerksam gemacht. Es liegen hier Verhältnisse vor, die sich zum Teil nach meiner Ansicht wohl schwerlich durch die Kontakt-Theorie erklären lassen.

Schumann geht dann noch auf die Korolle von Calceolaria ein und glaubt die Beschaffenheit derselben durch seine Theorie erklären zu können. Ich erinnere an die Beschreibung der Entwickelung der Calceolaria-Blüte, die mit der von Schumann gegebenen nicht übereinstimmt.

Seiner Anschauung über das Androeceum der Skrophulariaceen giebt Schumann p. 425 u. 426 in folgenden Sätzen Ausdruck: „Die Natur des Androeceums ist derart, dass überall wo vier Staubgefässe vorkommen, diese absteigend erscheinen, soweit wenigstens meine Erfahrung reicht, trotzdem dass die unteren Staubgefässe gewöhnlich länger sind. Die Grösse, mit der die Primordien des ersten Paares auftreten, bedingt die Art und Weise der Ausbildung des ganzen Apparates. Sind dieselben sehr gross, so dass andere

Organe auf dem Blütenboden nicht mehr Platz haben, so entstehen die dimeren Androeceen, wie bei Calceolaria, die durch eine Furchung des ganzen Mittelkörpers die Staubgefäss-Primordien anlegt. Bleibt an dem Vorderteile der Blüte noch Raum, so entstehen hier noch zwei kleinere Kalotten. Die Anwesenheit des oft in der Entwickelung geförderten vorderen Blumenblattes spielt dabei als Kontaktkörper ohne Zweifel eine wichtige Rolle für den Durchmesser, mit dem dieselben erscheinen. Bleibt zwischen den beiden oberen Primordien noch genügender Platz für ein unpaares oberes Staubgefäss, so tritt dieses ebenfalls noch auf. Dabei muss der Raum die Grösse desselben bestimmen, bei Verbascum hat es eine erhebliche Ausdehnung, bei Linaria[1] ist es sehr klein."

Dass das Androeceum überall da, wo vier Staubgefässe vorkommen, absteigend angelegt werde, konnte ich nicht bestätigen; ebenso ist die Theorie Schumanns, dass bei den Skrophulariaceen die Zahl der Staubgefässe von dem Platz abhängig sei, der zur Verfügung stehe, wie unsere Ausführungen und ein Blick auf die Zeichnungen der Blüten von Digitalis purpurea (Taf. VI, Fig. 1), Veronica longifolia (Taf. VI, Fig. 6), Pentstemon hybridus (Taf. V, Fig. 2) zur Zeit der Anlage des Androeceums beweisen, nicht haltbar.

Am Schlusse seiner Betrachtung über den Bauplan der Skrophulariaceen sagt Schumann p. 426: „Wir sehen also, dass in den Blüten der Scrophulariaceen, so weit sie gegenwärtig durch die Forschung zugänglich sind, Formen vorliegen, welche mit den spiral im Kelche und dann in alternierenden Cyklen sich weiter aufbauenden Gestalten keine Beziehungen haben, sondern dass sie einen abweichenden Typus und zwar den zygomorphen darstellen. Ich kann mich dem Gedanken, dass in ihnen ein einheitlicher Bauplan zu erkennen sei, nicht anschliessen; um ihn zu gewinnen, müssen übrigens so viele Korrekturen angebracht werden, dass z. B. bei Veronica mit Ausnahme des Fruchtknotens kein einziges Moment desselben erhalten bleibt."

Verfasser dieser Zeilen muss bekennen, dass er, je länger er sich mit dem Studium der Entwickelung der Blüte der Skrophu-

[1] Es sei hier nochmals darauf aufmerksam gemacht, dass die Untersuchung Schumanns über die Entwickelung der Linariablüte nicht mit den Resultaten Vöchtings übereinstimmt.

lariaceen beschäftigt, und je öfter er die jungen Stadien mit einander verglichen hat, umsomehr Eichler darin beipflichten musste, dass bei den Skrophulariaceen ein einheitlicher Bauplan[1] zu Grunde liegt. Was nun gerade die Gattung Veronica betrifft, so lässt uns z. B. das bei V. longifolia häufige Auftreten von fünf Kelchblättern, fünf Blumenblättern, drei und mehr Staubgefässen vermuten, dass auch die Veronicablüte auf das gemeinsame fünfzählige Skrophulariaceen-Diagramm zurückzuführen ist.

Vergleichen wir zum Schlusse nochmals die wichtigsten Resultate unserer Untersuchungen mit denjenigen Schumanns.

Bei Verbascum und Pentstemon soll nach Schumann ein Wechsel in der Anlagefolge der Kelchblätter stattfinden, der durch den Kontakt bedingt sei. Verfasser hat bei Verbascum und Scrophularia bei allen untersuchten Arten stets nur die gleiche Kelchanlage konstatieren können. Ebenso ist bei Pentstemon und Russelia die für Haupt- und Beiblüte beschriebene Kelchanlage stets konstant, ein Wechsel im Sinne Schumanns konnte nirgends beobachtet werden.

Schumann vermutet, dass bei allen Skrophulariaceen der Kelch ab- resp. aufsteigend angelegt werde, während er eine quincunciale Anlage für unwahrscheinlich hält. Wir haben gezeigt, dass eine solche bei Digitalis, Gratiola, Pentstemon und Russelia vorkommt.

Schumann giebt an, dass bei absteigender Kelchanlage das erste[2] Kelchblatt der frühere Scheitel des Vegetationskegels sei; nach unseren Untersuchungen wird das erste Kelchblatt als kleine Ausbuchtung unterhalb des Scheitels des Vegetationskegels angelegt.

Schumann ist der Ansicht, dass die Kelchbildung bei den Skrophulariaceen durch den Kontakt und nicht durch einen in der Gattung erhaltenen Typus bedingt sei. Wir sind durch unsere Untersuchungen zu der Annahme gelangt, dass hier nicht der Kontakt, sondern uns noch unbekannte Ursachen massgebend sind.

Die Blumenkrone wird nach Schumann in der Weise an-

[1] Die Ausdrücke Typus, Bauplan fassen wir hier, was kaum besonders gesagt zu werden braucht, im empirischen Sinne auf; die damit verbundenen Begriffe enthalten keinen idealistischen Bestandteil.

[2] Nach den Ausführungen Schumanns p. 507 soll der Scheitel des Vegetationskegels das dritte Kelchblatt liefern (vergl. p. 36).

gelegt, dass sich der Vegetationskegel der Blüte in die Lücken einzieht, welche die Sepalen zwischen sich lassen. Nach unseren Beobachtungen wird der nach der Kelchbildung rundliche Blütenboden im Umriss stumpfeckig und zwar in der Regel stumpf fünfeckig, einen Vorgang, den wir als die erste Anlage der Krone ansehen.

Die Zahl der Staubgefässe ist nach Schumann bei den Skrophulariaceen von dem Platze abhängig, der auf dem Blütenboden zur Verfügung steht. Wir glauben, dass diese Erscheinung durch uns unbekannte Ursachen und nicht durch den Mangel an Platz bedingt ist.

Schumann erkennt in den Skrophulariaceen keinen einheitlichen Bauplan, nach unserem Dafürhalten stellen dieselben eine wohl verbundene Familie dar und ist das Scrophulariaceen-Diagramm auf das pentamer-aktinomorphe zurückzuführen.

Erklärung der Figuren.

Die Figuren sind mit der Abbeschen Camera lucida gezeichnet. Für gewöhnlich wurde Objectiv A und Ocular 4 (Zeiss) angewendet; sind andere Vergrösserungen gebraucht, so sind dieselben bei den betreffenden Zeichnungen angegeben. Bei den Figuren sind folgende Abkürzungen in Anwendung gekommen:

V = Vegetationskegel
B = Vorblatt
T = Tragblatt
S = Kelchblatt
P = Blumenblatt
St = Staubgefäss
Std = Staminodium
C = Kelch
K = Krone
Pd = Primordium

Ap = Achselprodukt
Hb = Hauptblüte
Bb = Beiblüte
Tb = Terminalblüte
h = hinten (an der Achse)
o = oben „ „ „
m = mitten
v = vorn (an dem Tragblatt)
u = unten „ „ „

Sind Zahlen angegeben, so bedeuten dieselben die Reihenfolge der Entstehung, z. B. bei den Kelchblättern.

Tafel I.

Fig. 1. Schema für den Blütenstand von Verbascum Blattaria.
Fig. 2. Schema für die Teilinfloreszenzen von Verbascum Lychnitis (am Ende der primären Hauptachse).
Fig. 3. Schema für die Teilinfloreszenzen von Verbascum Lychnitis (an den unteren Teilen der primären Hauptachse).
Fig. 4. Schema für die Teilinfloreszenzen von Verbascum niveum.
Fig. 5. Schema für die Teilinfloreszenzen von Verbascum thapsiforme.
Fig. 6. Verbascum Blattaria. Blütenprimordium zur Zeit der Anlage des ersten Kelchblattes S^1 (D.2).
Fig. 7. Primordium; Anlage der drei ersten Kelchblätter; von oben gesehen.
Fig. 8. Dasselbe im medianen Längsschnitt.
Fig. 9. Primordium; Anlage der Blumenkrone.
Fig. 10. Blütenknospe nach Anlage der Staubgefässe.
Fig. 11. Verbascum thapsiforme. Junges Blütenprimordium von oben gesehen (D.2). ~~Der der Abstammungsachse zugekehrte Teil liegt hier nach unten.~~
Fig. 12. Primordium nach Anlage des Kelches; Oberansicht (D.2).
Fig. 13. Dasselbe im medianen Längsschnitt (D.2).

Fig. 14. Verbascum niveum. Primordium; Anlage des Kelches (die Vorblätter sind nicht gezeichnet).
Fig. 15. Dasselbe in einem etwas älteren Stadium, von oben gesehen.
Fig. 16. Dasselbe Stadium im medianen Längsschnitt.
Fig. 17. Blüte nach Anlage der Blumenkrone.

Tafel II.

Fig. 1. Calceolaria hybrida. Blütenvegetationskegel; medianer Längsschnitt.
Fig. 2. Entstehung der Infloreszenz. Hb Hauptblüte, V neuer Vegetationskegel, F verkümmernde Anlage. (Transversaler Längsschnitt.)
Fig. 3. Derselbe Körper im medianen Längsschnitt; Hb Hauptblüte, Bb Beiblüte, S^1 erstes Kelchblatt der Hauptblüte.
Fig. 4. Älteres Stadium; Hb Hauptblüte, Bb Beiblüte, V neuer Vegetationskegel, F verkümmernde Anlage; der Kelch der Hauptblüte ist fünfzählig.
Fig. 5. Dasselbe Stadium im medianen Längsschnitt; Hb Hauptblüte, Bb Beiblüte; S^1 hinteres, S^v vorderes Kelchblatt der Hauptblüte.
Fig. 6. Ende einer Infloreszenz von oben gesehen; Bb^1 ältere, Bb^2 jüngere Beiblüte; die dazu gehörigen Hauptblüten sind entfernt (A.2).
Fig. 7. Ende einer Infloreszenz; Hb^1 älteste Hauptblüte, Bb^1 deren Beiblüte, V der Blütenvegetationskegel, S^1 erstes Kelchblatt der jüngsten Hauptblüte (A.2).
Fig. 8. Ende einer Infloreszenz; Hb^1 älteste Hauptblüte, Bb^1 deren Beiblüte, Hb^2 jüngere Hauptblüte, Bb^2 deren Beiblüte, Hb^3 jüngste Hauptblüte, V Vegetationskegel (A.2).
Fig. 9. Calceolaria rugosa. Ende einer Infloreszenz; Hb^1 ältere Hauptblüte, Bb^1 deren Beiblüte, Hb^2 jüngere Hauptblüte, Bb^2 deren Beiblüte, V Vegetationskegel mit jungen Anlagen (A.2).
Fig. 10. Calceolaria hybrida. Blütenprimordium; Anlage des Kelches.
Fig. 11. Blütenknospe nach Anlage des Kelches im medianen Längsschnitt.
Fig. 12. Blüte; Anlage der Blumenkrone, Bd vertiefter Blütenboden.
Fig. 13. Dieselbe im medianen Längsschnitt.
Fig. 14. Blütenknospe, Anlage der beiden Staubgefässe, Bd vertiefter Blütenboden; der Kelch ist entfernt.
Fig. 15. Blüte zur Zeit der Anlage des Fruchtknotens; der Kelch ist entfernt, St abgeschnittene Staubgefässe, P^h und P^v abgeschnittene Blumenblätter.
Fig. 16. Blüte mit fünfzähligem Kelch und fünfzähliger Blumenkrone.
Fig. 17. Lophospermum erubescens. Tragblatt mit Primordium.
Fig. 18. Blütenprimordium vor Anlage des Kelches.
Fig. 19. Dasselbe im transversalen Längsschnitt.
Fig. 20. Primordium, absteigende Bildung des Kelches.
Fig. 21. Primordium; nach Anlage des Kelches im medianen Längsschnitt.

Fig. 22. Ein etwas älteres Primordium, von oben gesehen.
Fig. 23. Blütenknospe; Anlage der Blumenkrone.
Fig. 24. Blütenknospe in einem etwas älteren Stadium.

Tafel III.

Fig. 1. Lophospermum erubescens. Blüte; die abgeschnittenen Kelchblätter legen sich klappig mit ihren Rändern aneinander (A.2).
Fig. 2. Blütenknospe; Anlage des Fruchtknotens; der Kelch ist entfernt.
Fig. 3. Russelia juncea. Hauptblüte zur Zeit der Anlage der Staubgefässe.
Fig. 4. Blüte im späteren Stadium; der Kelch ist entfernt.
Fig. 5—10. Scrophularia orientalis. Dichasien beim Übergang der vegetativen Region in die reproduktive; 5 ist normal.
Fig. 11. Tragblatt mit Primordium.
Fig. 12. Primordium; Anlage der beiden Vorblätter.
Fig. 13. Primordium; vor Anlage des Kelches (D.2).
Fig. 14. Dasselbe im medianen Längsschnitt (D.2).
Fig. 15. Primordium; Anlage des Kelches, von oben gesehen.
Fig. 16. Primordium; Anlage des Kelches, der Blütenkörper wird stumpf fünfeckig.
Fig. 17. Primordium nach Anlage des Kelches im medianen Längsschnitt (D.2).
Fig. 18. Blütenknospe in etwas älterem Stadium, von oben gesehen.
Fig. 19. Blütenknospe in ungefähr gleichem Alter, wie bei Fig. 18; medianer Längsschnitt.
Fig. 20. Blütenanlage; Bildung der Krone.
Fig. 21. Blütenknospe; Anlage der Staubgefässe; die drei oberen Kelchblätter sind abgeschnitten.
Fig. 22. Blütenanlage in etwas vorgeschrittenerem Zustand, die Blüte liegt nach vorn gencigt.
Fig. 23. Verarmendes Dichasium, von vorn gesehen.
Fig. 24. Junges Dichasium an der primären Hauptachse, Tb Terminalblüte desselben (A,2).

Tafel IV.

Fig. 1. Pentstemon digitalis. Junges Primordium von der primären Hauptachse mit Tragblatt; medianer Längsschnitt.
Eig. 2. Hauptblüte nach Anlage des ersten Kelchblattes; medianer Längsschnitt.
Fig. 3. Hauptblüte nach der Kelchanlage; von oben gesehen.
Fig. 4. Beiblüte nach Anlage des ersten Kelchblattes; medianer Längsschnitt.
Fig. 5. Hauptblüte zur Zeit der Anlage des Fruchtknotens, der Kelch ist entfernt.
Fig. 6. Hauptblüte; Anlage der Staubgefässe, der Kelch ist entfernt.
Fig. 7. Blütenknospe; Deckung der Krone, der Kelch ist entfernt (A.2).

Fig. 8. Ein junges Dichasium mit Hauptblüte (Hb), Beiblüte (Bb) und den beiden Achselprodukten (Ap und Ap^1).
Fig. 9. Ende der Hauptachse, Tb Terminalblüte, Hb^1 und Hb^2 die beiden Unterblüten; Längsschnitt.
Fig. 10. Pentstemon Cobaea. Beiblüte nach Anlage der ersten drei Kelchblätter (A.2).
Fig. 11. Pentstemon pubescens. Beiblüte nach Anlage des Kelches.
Fig. 12—16. Schemata für die Kelchdeckung von Haupt- und Beiblüte.
Fig. 17. Pentstemon hybridus. Hauptblüte mit geteiltem, hinterem Kelchblatt (S^h).
Fig. 18. Ende der primären Hauptachse; V Vegetationskegel, Bt^{1l}, Bt^{1r}, Bt^{2l} Bt^{2r} die zuletzt in dekussierter Stellung ausgegliederten Blütenanlagen; Bb Beiblüte von Bt^{1r}, die Tragblätter von Bt^{1l} und Bt^{1r} sind entfernt. B Vorblatt.

Tafel V.

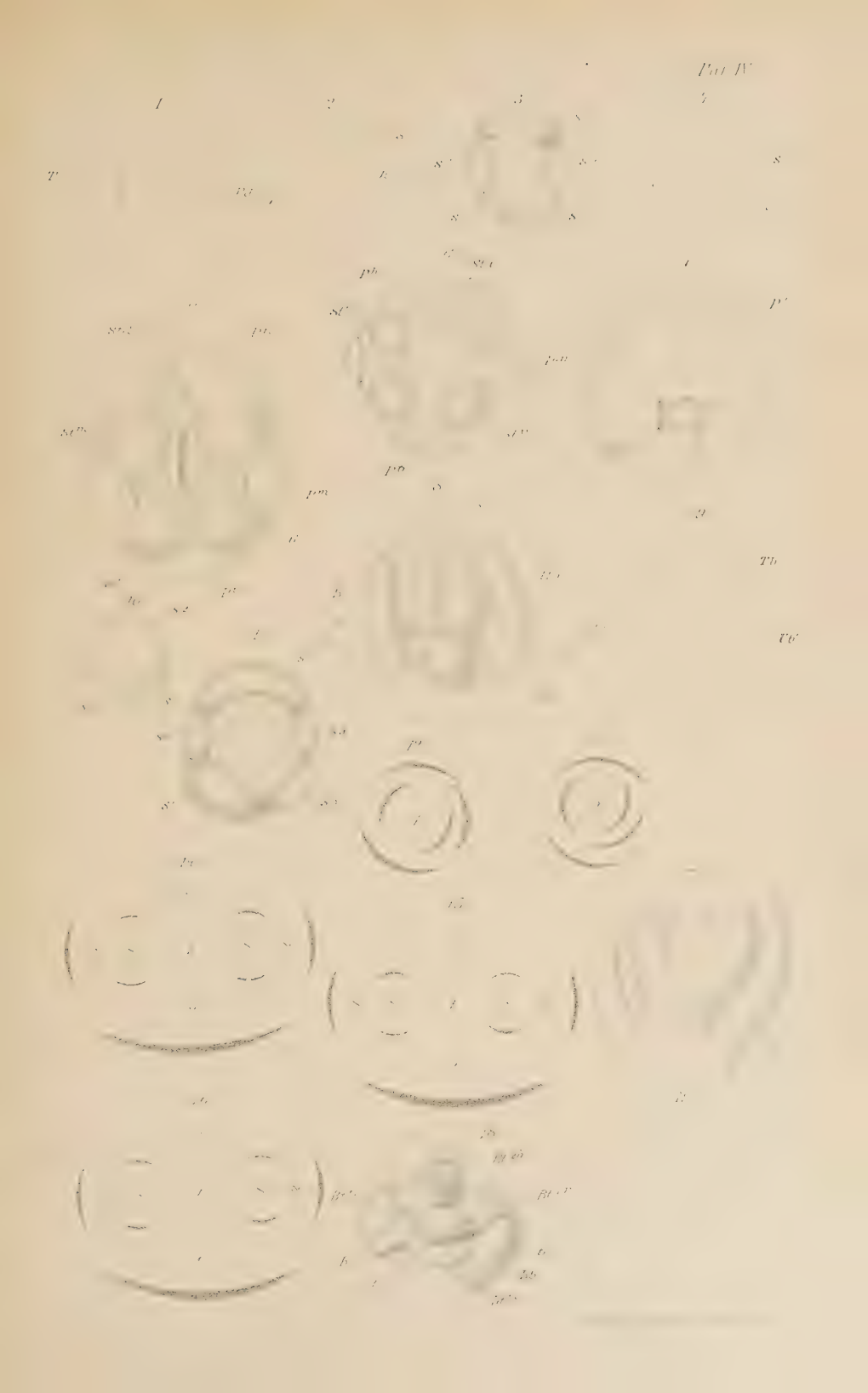
Fig. 1. Pentstemon hybridus; Ende einer terminalen Infloreszenz, von oben gesehen; A jüngste Anlage.
Fig 2. Blütenknospe zur Zeit der Anlage der Staubgefässe, das Staminodium ist noch nicht vorhanden.
Fig. 3. Hauptblüte mit Beiblüte; medianer Längsschnitt.
Fig. 4. Hauptblüte eines Dichasiums vor Ausgliederung der Beiblüte.
Fig. 5. Hauptblüte mit Beiblüte in weiter entwickeltem Stadium, wie bei Nr. 3; medianer Längsschnitt.
Fig. 6. Hauptblüte mit Beiblüte in noch weiter entwickeltem Stadium, von vorn gesehen; S^1 erstes Kelchblatt der Beiblüte.
Fig. 7. Gratiola officinalis. Junges Primordium mit der Anlage der beiden Vorblätter B^1 und B^2.
Fig. 8. Primordium; Anlage der Kelchblätter, 4 u. 5 derselben sind als ganz schmale Säume vorhanden.
Fig. 9. Blütenknospe; die Krone ist angelegt, die Staubgefässe entstehen gerade.
Fig. 10. Ältere Blütenknospe, den Grössenunterschied der einzelnen Sepalen zeigend.
Fig. 11. Blüte nach Anlage des Fruchtknotens, der Kelch ist entfernt.
Fig. 12. Digitalis purpurea. Primordium von oben gesehen; das Tragblatt ist abgeschnitten.
Fig. 13. Primordium in der Achsel eines Tragblattes, von der Seite gesehen.
Fig. 14. Älteres Primordium, von oben gesehen.
Fig. 15. Dasselbe, medianer Längsschnitt.
Fig. 16. Dasselbe, transversaler Längsschnitt.
Fig. 17. Primordium; das erste Kelchblatt ist angelegt.
Fig. 18. Dasselbe; medianer Längsschnitt.
Fig. 19. Dasselbe; transversaler Längsschnitt.
Fig. 20. Primordium; drei Kelchblätter sind angelegt.

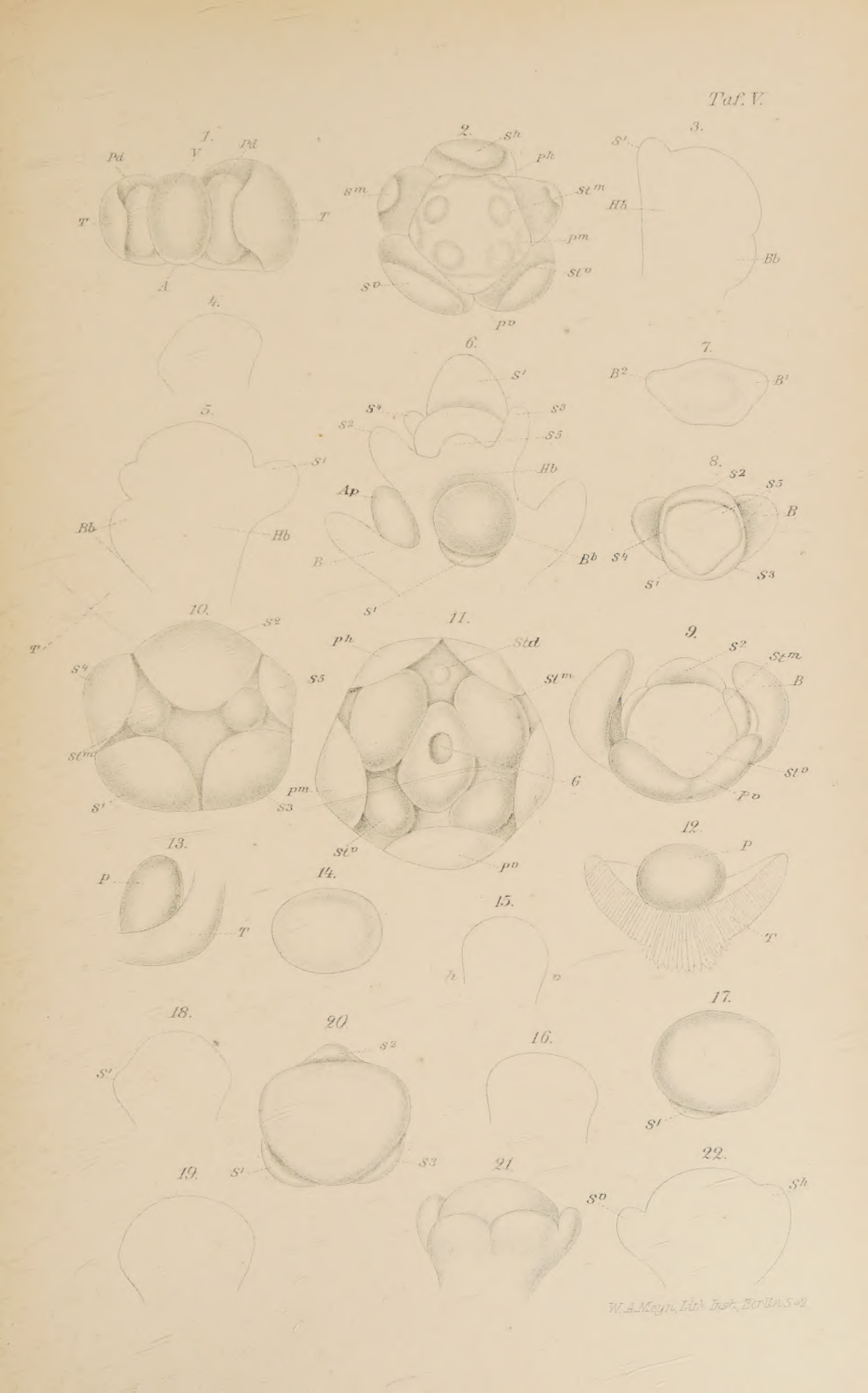
Fig. 21. Primordium nach Anlage des Kelches, von vorn gesehen.
Fig. 22. Primordium nach Anlage des Kelches, medianer Längsschnitt, die Grössenverhältnisse des ersten und zweiten Kelchblattes zeigend.

Tafel VI.

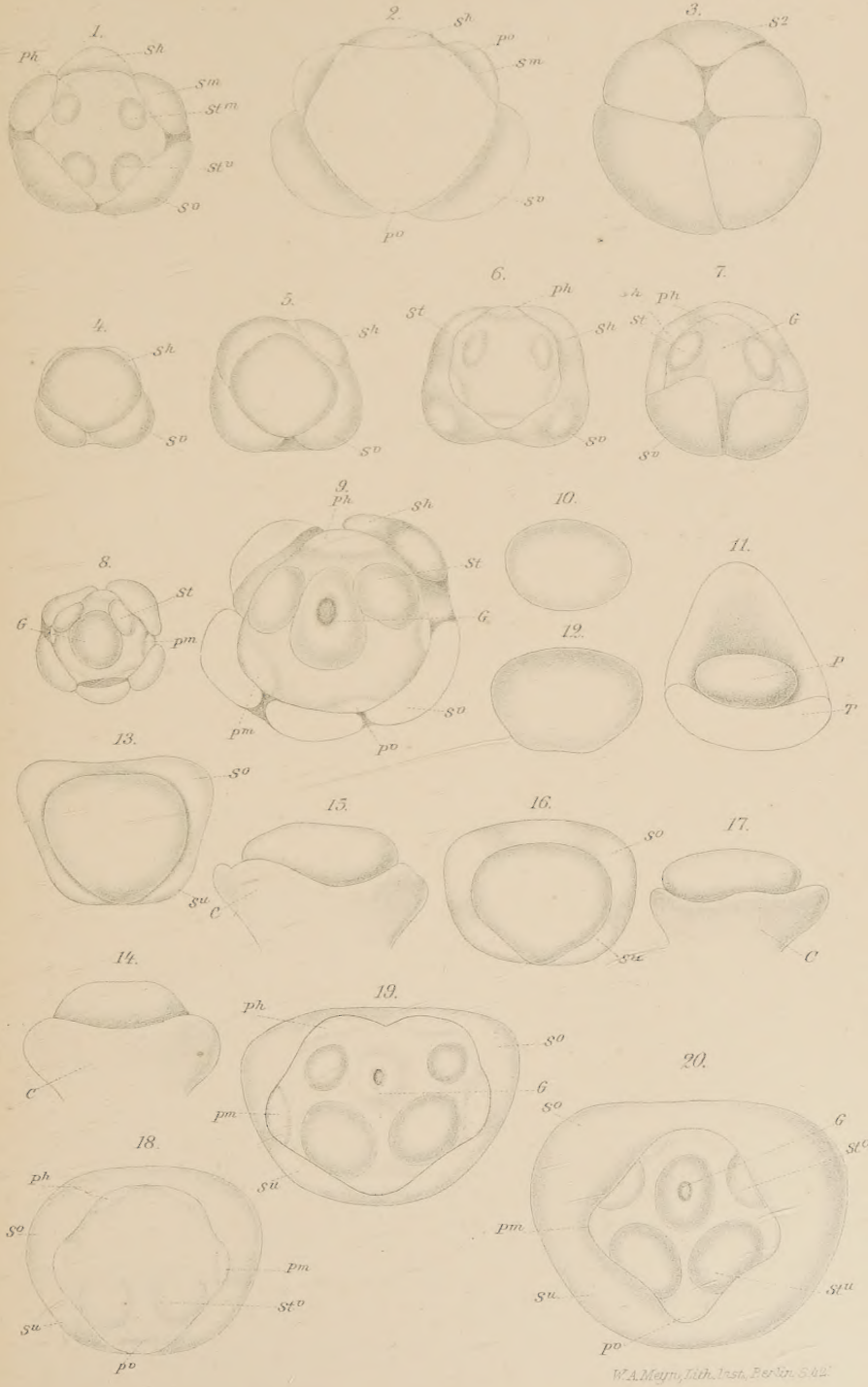
Fig. 1. Digitalis purpurea. Blütenknospe nach Anlage der Krone und der Staubgefässe.
Fig. 2. Digitalis ambigua. Blütenknospe zur Zeit der Anlage der Krone; das Präparat liegt ein wenig nach vorn geneigt, damit das hintere Kelchblatt besser sichtbar ist.
Fig. 3. Digitalis purpurea. Blütenknospe, die Deckung des Kelches zeigend.
Fig. 4. Veronica longifolia. Blütenknospe vor Anlage der Staubgefässe.
Fig. 5. Eine etwas ältere Blütenknospe.
Fig. 6. Blütenknospe zur Zeit der Anlage der Staubgefässe.
Fig. 7. Blütenknospe zur Zeit der Anlage des Fruchtknotens.
Fig. 8. Blütenknospe mit fünfgliederigem Kelch und fünfgliederiger Krone (A.2).
Fig. 9. Blütenknospe mit fünfgliederigem Kelch und viergliederiger Krone.
Fig. 10. Melampyrum arvense. Primordium von oben gesehen.
Fig. 11. Junges Primordium mit Tragblatt, von vorn gesehen.
Fig. 12. Älteres Primordium, vor Ausgliederung des Kelches, von oben gesehen.
Fig. 13. Blütenknospe, der Kelch ist soeben angelegt; S^o obere, S^u untere Kelchblätter.
Fig. 14. Blütenknospe vor Anlage der Krone, von vorn gesehen.
Fig. 15. Blütenknospe in ähnlichem Stadium, von hinten gesehen.
Fig. 16. Blütenknospe in ähnlichem Stadium, von oben gesehen.
Fig. 17. Blütenknospe in ähnlichem Stadium, von der Seite gesehen.
Fig. 18. Blütenknospe, die Krone ist angelegt, die beiden unteren Staubgefässe sind bereits sichtbar.
Fig. 19. Blütenknospe zur Zeit der Anlage des Fruchtknotens.
Fig. 20. Blütenknospe in einem älteren Stadium.

10
12
13
14
15




1.
Pd
V
Pd
T
T
A
2.
Sh
ph
Stm
Stm
pm
Stv
Sv
Pv
3.
S1
Hb
Bb
4.
5.
S1
Bb
Hb
6.
S1
S4
S3
S2
S5
Hb
Ap
B
Bb
S1
7.
B2
B1
8.
S2
S5
B
S4
S3
S1
9.
S2
Stm
B
Stv
Pv
10.
S2
S4
S5
Stm
S1
11.
ph
Std
Stm
pm
S3
6
Stv
Pv
12.
P
T
13.
P
T
14.
15.
h
v
16.
17.
S1
18.
S1
20.
S2
S3
19.
S1
21
22.
Sv
Sh
W. A. Mayer, Lith. Inst., Berlin, S. 42.

Taf. VI.



W.A.Meyn, Lith. Inst. Berlin S. 42.